

Ewaluacja gospodarki o obiegu zamkniętym – wyzwania, bariery, korzyści

Redakcja naukowa
Joanna Kulczycka

KRAKÓW 2021

INSTYTUT GOSPODARKI SUROWCAMI MINERALNYMI I ENERGIĄ
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

**EWALUACJA GOSPODARKI
O OBIEGU ZAMKNIĘTYM.
BARIERY, KORZYŚCI, WYZWANIA**

Redakcja naukowa:

dr hab. JOANNA KULCZYCKA, prof. IGSMiE PAN

KRAKÓW • 2021
Wydawnictwo IGSMiE PAN

RECENZENCI

dr hab. Anna Maria Jeszka, prof. nadzw. UEP
dr hab. inż. Elżbieta Pietrzyk-Sokulska, prof. em. IGSMiE PAN

REDAKCJA NAUKOWA

dr hab. Joanna Kulczycka, prof. IGSMiE PAN

Projekt współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach I konkursu na projekty otwarte w ramach Strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków” GOSPOSTRATEG

Opracowanie systemu wskaźników pomiarowych, umożliwiających ocenę postępu w transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym oraz wpływu gospodarki o obiegu zamkniętym na rozwój społeczno-gospodarczy na poziomie mezoekonomicznym (regionów) i makro-ekonomicznym (gospodarki narodowej)

Akronim: oto-GOZ



ADRES REDAKCJI

31-261 Kraków, ul. Józefa Wybieckiego 7A
tel. +48 12 632-33-00, fax +48 12 632-35-24
Redaktor Wydawnictwa: Emilia Rydzewska-Smaza
Redaktor techniczny: Beata Stankiewicz, Barbara Sudoł
Projekt okładki: Beata Stankiewicz
Zdjęcie na okładce: Innowo

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

Printed in Poland

Kraków 2021

ISBN 978-83-961960-4-0

eISBN 978-83-963280-4-5

DOI: 10.33223/ego202111

SPIS TREŚCI

Przedmowa	5
Gospodarka o obiegu zamkniętym w ujęciu makroekonomicznym	
Anna BĄCZYK Finansowanie gospodarki o obiegu zamkniętym w nowej perspektywie finansowej na lata 2021–2027	9
Anna BĄCZYK Produktywność w realizacji założeń gospodarki o obiegu zamkniętym w Polsce	19
Stanisław JAROSZ, Mateusz MALINOWSKI, Jakub GŁOWACKI, Klaudia KWIECIEŃ, Magdalena D. VAVERKOVA, Alžbeta MAXIANOVA Marnowanie żywności a gospodarka o obiegu zamkniętym	39
Gospodarka o obiegu zamkniętym w regionach i branżach	
Joanna KULCZYCKA, Paulina HARAZIN Gospodarka o obiegu zamkniętym w strategiach i planach województw w Polsce – badania ankietowe	59
Paulina HARAZIN, Joanna KULCZYCKA, Ewa KOPEĆ Propozycja budowy zagregowanego wskaźnika oceny transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym dla regionów w Polsce	69
Agnieszka NOWACZEK, Joanna KULCZYCKA, Adam USTRZYCKI Ocena rangi wskaźników gospodarki o obiegu zamkniętym w zakresie zrównoważonej produkcji – wyniki badań pilotażowych	83
Agnieszka NOWACZEK, Joanna KULCZYCKA, Adam USTRZYCKI Wskaźniki monitorowania gospodarki w obiegu zamkniętym w ocenie przedsiębiorców	97
Gospodarka o obiegu zamkniętym w miastach i podmiotach gospodarczych	
Agnieszka GENEROWICZ, Joanna KULCZYCKA Gospodarka cyrkulacyjna w Krakowie – wyzwania, bariery i korzyści	111
Agnieszka GENEROWICZ, Monika CHMIELEWSKA, Aneta DOROSZ, Henryk KULTYS, Marek KABACIŃSKI Realizacja metabolizmu miasta Krakowa w ramach gospodarowania odpadami komunalnymi i energią z nich odzyskaną.....	123
Agnieszka GENEROWICZ, Tadeusz TRZMIEL, Janusz MAZUR, Radosław JĘDRUSIAK, Witold ŚMIAŁEK, Grzegorz OSTRZOŁEK, Joanna KULCZYCKA Strategia gospodarki o obiegu zamkniętym dla Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA jako element realizacji cyrkularności miasta	133

Gospodarka o obiegu zamkniętym – wyzwania

Ryszard UBERMAN

Procedury postępowania dla pozyskania surowców mineralnych ze źródeł antropogenicznych jako element modelu gospodarki o obiegu zamkniętym 147

Sylvia SIERACKA

Technologie cyfrowe w rozwoju współpracy biznes–uczelnie na przykładzie sektora biofarmaceutycznego w świecie VUCA 159

Bogusława BEK-GAIK

Możliwości zastosowania rachunku kosztów działań (*Activity Based Costing*) w gospodarce o obiegu zamkniętym 169

Abstracts 179

*Nie jesteś jednak tak bezwolny,
A choćbyś był jak kamień polny,
Lawina bieg do tego zmienia,
Po jakich toczy się kamieniach.
I, jak zwykł mawiać już ktoś inny,
Możesz, więc wpływ na bieg lawiny.
Czesław Miłosz, Traktat moralny*

Gospodarka o obiegu zamkniętym (GOZ) to koncepcja, a właściwie już system gospodarczy oferujący nowatorskie, rewolucyjne i holistyczne ujęcie aspektów zarządzania zasobami oraz uwzględniający poszukiwanie efektywnych ekonomicznie modeli biznesowych. Wdrażanie takich rozwiązań wymaga transparentnej i długofalowej polityki rozwoju, systematycznych i ewolucyjnych przemian. Wprowadzane nawet drobne zmiany w obszarze konsumpcji czy produkcji zgodne z zasadami GOZ to kamienie poruszające lawinę nowych pomysłów i rozwiązań. Pozwolą one na realizację decouplingu, tj. wskaźnika określającego rozdzielenie warunków środowiskowych od wzrostu ekonomicznego lub zużycia zasobów (DMC, ślad środowiskowy) od rozwoju społecznego (PKB, HDI). Jest to szczególnie istotne obecnie przy opracowywaniu i uszczegóławianiu strategii i planów działań dla nowego okresu programowania 2021–2027 oraz planów odbudowy.

Pandemia COVID-19 doprowadziła do znaczących zmian na rynku światowym, tj. drastycznego, krótkotrwałego spadku produkcji przemysłowej, zakłóceń w łańcuchach dostaw, chwilowego załamania cen surowców. Obecnie wraz z przywracaniem działalności wytwórczej nastąpił gwałtowny wzrost zapotrzebowania na surowce oraz pojawiły się także zatory ich dostaw i cen. Większość wcześniejszych dokumentów i publikacji (np. UNEP, Bank Światowy czy EIT Raw Materials) przewidywała, iż rozwój i wdrażanie ekoinnowacyjnych rozwiązań (szczególnie w sektorach energetycznym, IT, motoryzacyjnym, lotniczym, kosmicznym i obronnym) przysłuży się do znacznie większego uzależnienia od dostępu do różnego rodzaju surowców, a zwłaszcza metali. Powszechne wdrażanie zasad i modeli GOZ, ma przyczynić się do zwiększenia produktywności i wprowadzania zasobooszczędnych rozwiązań organizacyjnych i technologicznych, w tym ponownego wykorzystania i recyklingu. Wspieranie takich rozwiązań znajduje odzwierciedlenie w strategiach UE (np. Zielony Ład, nowy plan GOZ), dokumentach polskich, opracowywanych na poziomie centralnym i regionalnym, a także w raportach i planach podmiotów gospodarczych. Wdrażanie modeli GOZ to ograniczenie presji na środowisko nie tylko poprzez bardziej efektywne zużycie zasobów i minimalizację ilości generowanych odpadów, ale również zmniejszania energochłonności i zmiany w strukturze wydatków konsumpcyjnych.

Ocena efektów realizacji GOZ i jej transformacji wraz z doбором odpowiednich wskaźników nie jest zadaniem łatwym, gdyż dotyczy wielu aspektów środowiskowych i ekonomicznych, w tym z obszaru zarządzania (modele biznesowe, ekoinnowacyjność). Ponadto wiele istotnych zmian transformacji w kierunku GOZ na poziomie kraju, regionu, sektora czy poszczególnych podmiotów gospodarczych wymaga indywidualnego podejścia. Analiza stosowanych wskaźników oraz prowadzone na szeroką skalę konsultacje społeczne pozwoliły wyodrębnić istotne dla GOZ wskaźniki oraz zaproponować wagi dla określenia indywidualnych indeksów dla regionów i sektorów.

Omawiane w publikacji wyzwania, bariery i korzyści umożliwiają dodatkowo identyfikację znaczących różnic w samym podejściu do problematyki GOZ. Wskazują jednocześnie, iż dla każdego miasta czy podmiotu istotne jest wypracowanie własnych indywidualnych i dodatkowych wskaźników bazujących na opracowanych i zidentyfikowanych przepływach materiałowych i łańcuchach dostaw. Takie holistyczne ujęcie jest wciąż nowym wyzwaniem, zwłaszcza gdy wciąż istnieje luka kompetencyjna (m.in. brak programów edukacyjnych) i brak zasobów (w tym finansowych) niezbędnych do realizacji działań GOZ. Barięą jest także nieodpowiednia legislacja, rozproszenie dokumentów dotyczących GOZ, a także zbyt powolny proces wprowadzania zmian wspierających modelowe rozwiązania m.in. w zarządzaniu odpadami. Dzieje się tak, pomimo opracowanej i przyjętej Mapy drogowej transformacji w kierunku GOZ w Polsce, wyodrębnieniu GOZ jak krajowej inteligentnej specjalizacji, zrealizowaniu pilotażowych programów wsparcia GOZ.

W ostatnich latach, wraz z rozwojem modeli GOZ na świecie i w UE, również w Polsce coraz powszechniejsze jest promowanie GOZ przez organizacje i grupy badawcze. Nie przekłada się to jednak bezpośrednio na wdrażanie przez podmioty gospodarcze adekwatnych rozwiązań. Autorzy prezentowanej, już kolejnej (trzeciej) publikacji dotyczącej GOZ, zrealizowanej w ramach projektu oto-GOZ (Gospostrateg) mają nadzieję, że będzie ona przydatna nie tylko do promowania, ale i wdrażania konkretnych rozwiązań i przyjęcia zasad oceny transformacji w kierunku GOZ. Zaprezentowane, z punktu widzenia gospodarki polskiej, modele, wskaźniki i indeks GOZ są istotne w nowych programach i strategiach, zwłaszcza regionalnych. Natomiast analiza rangowania i oceny realizacji transformacji potwierdziła, iż niezbędne jest indywidualne podejście uwzględniające skalę uprzemysłowienia oraz strukturę udziału przemysłu i usług w regionach. Konkretnie programy wdrożone w mieście Kraków i Krakowskim Holdingu Komunalnym SA – opracowane zostały jako dobra praktyka dla innych podmiotów, podobnie jak propozycje zmian w zakresie gospodarki odpadami wydobywczymi. Dużą szansą dla rozwoju GOZ jest także dynamiczny rozwój i wykorzystanie narzędzi i aplikacji IT oraz wsparcie interdyscyplinarnych badań i współpracy nauki i biznesu.

Składam serdeczne podziękowania Paniom recenzentkom dr hab. inż. Annie Jeszce, prof. UEP i dr hab. inż. Elżbiecie Pietrzyk-Sokulskiej, prof. em. IGSMiE PAN za wnikliwie i cenne rekomendacje.

Dr hab. Joanna Kulczycka, prof. IGSMiE PAN

Gospodarka o obiegu zamkniętym w ujęciu makroekonomicznym

FINANSOWANIE GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM W NOWEJ PERSPEKTYWIE FINANSOWEJ NA LATA 2021–2027

Anna BĄCZYK

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Wprowadzenie

Przyspieszenie procesu przechodzenia na zieloną gospodarkę wymaga podjęcia rozważnych, lecz zdecydowanych środków w celu ukierunkowania finansowania na bardziej zrównoważone modele produkcji i konsumpcji. Komisja Europejska przewiduje różne rodzaje finansowania – od wsparcia bezpośredniego do programów uruchamiających środki prywatne. Komisja zaproponowała również nowe zasoby własne w budżecie UE oparte na ilości niepoddanych recyklingowi odpadów opakowaniowych z tworzyw sztucznych*.

Zgodnie z Wieloletnimi Ramami Finansowymi (WRF) UE na lata 2021–2027 wsparcie z funduszy europejskich należy skoncentrować na ograniczonej liczbie celów polityki spójności. W związku z tym Komisja Europejska zredukowała liczbę celów polityki z jedenastu w perspektywie finansowej 2014–2020 do sześciu w latach 2021–2027, koncentrując środki na:

- bardziej konkurencyjnej i inteligentnej Europie dzięki wspieraniu innowacyjnej i inteligentnej transformacji gospodarczej oraz regionalnych połączeń teleinformatycznych,
- bardziej przyjaznej dla środowiska, niskoemisyjnej przechodzącej ku gospodarce zeroemisyjnej oraz odpornej Europie dzięki promowaniu czystej i sprawiedliwej transformacji energetycznej, zielonych i niebieskich inwestycji, GOZ, łagodzenia zmiany klimatu i przystosowania się do niej, zapobieganiu ryzyku i zarządzania ryzykiem, oraz zrównoważonej mobilności miejskiej,
- lepiej połączonej Europie dzięki zwiększeniu mobilności,
- bardziej inkluzywnej Europie, o silniejszym wymiarze społecznym wdrażającej europejski filar praw socjalnych,

* Decyzja Rady (UE, Euratom) 2020/2053 z dnia 14 grudnia 2020 r. w sprawie systemu zasobów własnych Unii Europejskiej oraz uchylająca decyzję 2014/335/UE, Euratom.

- Europie bliższej obywatelom dzięki wspieraniu zrównoważonego i zintegrowanego rozwoju wszystkich typów terytoriów oraz lokalnych inicjatyw.

Dodatkowym celem uwzględnionym w WRF wspieranym przez Fundusz na rzecz Sprawiedliwej Transformacji jest umożliwienie regionom i ludności łagodzenia społecznych, gospodarczych i środowiskowych skutków transformacji w kierunku osiągnięcia celów nałożonych na państwa członkowskie na rok 2030 oraz celu neutralności klimatycznej gospodarki UE do 2050 r.

Opracowanie instrumentów wsparcia finansowego wspierającego rozwój modeli biznesowych i zasad GOZ jest wyzwaniem zarówno dla władz centralnych jak i regionalnych ze względu na nowe ujęcie tej problematyki. Zgodnie z ideą KE, finansowanie jest i w przyszłości ma być prowadzone horyzontalnie jako rozwiązanie wpływające na zmniejszenie presji na środowisko poprzez minimalizację generowanych odpadów i ograniczające zmiany klimatu. Wynika to z faktu, iż koncepcja GOZ dotyczy całego cyklu życia produktu, w związku z tym wsparcie obejmuje również obszar zmniejszania energochłonności oraz racjonalizacji zasobochłonności prowadzonej działalności. Ponadto przewidywane są rozwiązania celowe dla GOZ, w tym głównie dotyczące zapobiegania powstawania odpadów, przede wszystkim komunalnych, ich ponownego wykorzystania oraz edukacji ekologicznej. Korzyści dla gospodarki i regionów to m.in. możliwość finansowania ekoinnowacyjnych inwestycji, czy tworzenie nowych miejsc pracy, jednak barierami są wciąż słaba znajomość zasad i modeli GOZ, brak dobrych praktyk, konieczność współpracy w całym łańcuchu dostaw, skupienie uwagi na odpadach komunalnych czy brak dedykowanych rozwiązań prawnych i instrumentów ekonomicznych wspierających GOZ na poziomie krajowym. Istotnym ograniczeniem rozwoju GOZ jest zatem identyfikacja kluczowych barier uniemożliwiających obrót surowcami wtórnymi, jak również wypracowanie i implementacja rozwiązań legislacyjnych w postaci stosownych rozporządzeń o utracie statusu odpadów dla kluczowych odpadów przemysłowych lub wypracowanie i wdrożenie definicji surowca wtórnego.

1. Umowa Partnerstwa – ogólne zasady wykorzystania funduszy UE

Pierwszym, strategicznym i kierunkowym dokumentem określającym strategię interwencji funduszy europejskich w ramach polityk unijnych: polityki spójności i wspólnej polityki rybołówstwa w Polsce w latach 2021–2027 jest Umowa Partnerstwa (UP)*. Zgodnie z jego zapisami państwa członkowskie Unii Europejskiej (UE) są zobowiązane do przygotowania dokumentu określającego warunki efektywnego i skutecznego wykorzystania funduszy. Lo-

* Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiające wspólne przepisy dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego Plus, Funduszu Spójności, Funduszu Sprawiedliwej Transformacji i Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego, a także przepisy finansowe na potrzeby tych funduszy oraz na potrzeby Funduszu Azylu i Migracji, Funduszu Bezpieczeństwa Wewnętrznego i Instrumentu na rzecz Zarządzania Granicami i Wiz.

gika programowania funduszy europejskich łączy ze sobą oczekiwania KE w zakresie celów określonych w pakiecie regulacji dotyczących tej perspektywy z wyzwaniami wynikającymi z krajowych dokumentów strategicznych tj. Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.) (<https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/informacje-o-strategii-na-rzecz-odpowiedzialnego-rozwoju>), powiązanych z nią ośmiu zintegrowanych strategii sektorowych, a także z wizją rozwoju przedstawioną w Krajowej Strategii Rozwoju Regionalnego 2030 (<https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/krajowa-strategia-rozwoju-regionalnego>).

Zakres interwencji wskazany w UP w poszczególnych celach polityki spójności oparty jest na schemacie „potrzeba/potencjał rozwojowy – zakres wsparcia – oczekiwany rezultat” poszerzonym o wymiar terytorialny i dopasowanie zakresu interwencji do potrzeb i możliwości rozwojowych terytoriów wskazanych w dokumentach krajowych i regionalnych. Instrumentami realizacji UP są krajowe i regionalne programy, które wraz z UP tworzą spójny system dokumentów programowych polityki spójności w perspektywie 2021–2027 w Polsce. UP określa kontekst strategiczny w wymiarze tematycznym i terytorialnym, wskazuje oczekiwane rezultaty oraz obowiązujące ramy finansowe i wdrożeniowe. Dokument stanowi punkt odniesienia do określania szczegółowej zawartości programów. Programy precyzują specyficzne obszary wsparcia i instrumenty realizacji stanowiące uszczegółwienie zapisów. Umowa prezentuje również zarys systemu koordynacji pomiędzy programami i funduszami oraz zapisy dotyczące komplementarności polityki spójności ze Wspólną Polityką Rolną, Instrumentem na rzecz Odbudowy i Zwiększenia Odporności i innymi instrumentami UE, a także przedstawia ogólne założenia podziału interwencji między poziom krajowy i regionalny na poziomie poszczególnych celów polityki.

Programy na lata 2021–2027 są programami co do zasady obejmującym terytorium Polski. Realizować one będą jednak projekty, których wpływ i znaczenie będzie miało wymiar europejski. Dokumenty, które są podstawą finansowania GOZ w nowej perspektywie (lata 2021–2027), są obecnie konsultowane publicznie i ich zakres może ulec zmianom.

2. GOZ w programach finansowych na lata 2021–2027

2.1. FENIKS – Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko

Jednym z najważniejszych programów wspierających zieloną transformację w Polsce jest program przeznaczający środki na infrastrukturę, klimat i środowisko (FENIKS). W jego celach wyróżniony został wprost cel szczegółowy 2.6 dotyczący promowania przechodzenia na GOZ i gospodarkę zasobooszczędną (<https://www.pois.gov.pl/strony/o-programie/fundusze-europejskie-na-infrastrukture-klimat-srodowisko/>).

Pomimo prowadzonych w ostatnich latach działań i znaczącego postępu, jaki dokonał się w zakresie gospodarowania odpadami, istnieje potrzeba dalszego rozwijania systemów

zagospodarowania odpadów zgodnie z hierarchią sposobów postępowania z odpadami wynikającą z tzw. Ramowej dyrektywy w sprawie odpadów (Dyrektywa Parlamentu Europejskiego... 2008), która nakłada na państwa członkowskie m.in. obowiązek zapobiegania powstawaniu odpadów, przygotowania do ponownego użycia i recyklingu. Ponadto, Polska zobowiązana jest do wypełnienia założeń dyrektywy w sprawie składowania odpadów (Dyrektywa Rady... 1999).

Funkcjonowanie prawidłowego systemu gospodarki odpadami jest fundamentem efektywnego wdrożenia idei GOZ, zakładającej powtórny obrót substancji/produktów/materiałów. W celu urzeczywistnienia idei gospodarki odpadami zgodnej z założeniami GOZ kluczowe będzie podejmowanie działań zapobiegających powstawaniu odpadów. W ramach programu zakłada się wspieranie projektów dotyczących m.in. ponownego użycia, naprawy, wymiany rzeczy używanych. Konieczne będzie dalsze organizowanie zintegrowanego systemu selektywnego zbierania odpadów komunalnych, w tym należytej jakości zbieranych odpadów w miejscach ich powstawania oraz zapewnienie prawidłowego zagospodarowania poszczególnych frakcji w dedykowanych do tego celu instalacjach. Dotowane mają być działania zmierzające do tworzenia instalacji do recyklingu i odzysku, jako procesów zagospodarowania najbardziej oczekiwanych w hierarchii sposobów postępowania z odpadami. Realizowane będą mogły być także instalacje do sortowania i mechanicznego przetwarzania odpadów pochodzących z selektywnej zbiórki, które będą wspomagać uzyskanie jednolitych frakcji odpadów przekazywanych następnie do innych procesów zagospodarowania odpadów. Zdecydowanie do działań, które powinny znaleźć się w programie, należy zaliczyć instalacje do recyklingu i odzysku odpadów przemysłowych. Program w obecnym brzmieniu skupia się głównie na odpadach komunalnych, nie uwzględniając instrumentów finansowych przeznaczonych dla przemysłu.

Efektywne wspieranie przechodzenia na GOZ oraz prawidłowe prowadzenie gospodarki odpadami są możliwe jedynie jeżeli mieszkańcy posiadają odpowiednią świadomość ekologiczną. W związku z tym, duża część wsparcia kierowana zatem będzie na działania edukacyjno-informacyjne.

Koncepcja GOZ dotyczy całego cyklu życia produktu, w związku z tym wsparcie obejmować będzie również obszar racjonalizacji zasobochłonności prowadzonej działalności, w całym cyklu życia produktu lub usługi.

Szczególnym rodzajem produktów, które są źródłem powstawania odpadów, a których marnotrawienie jest sprzeczne z koncepcją GOZ są produkty żywnościowe. Planowane jest podjęcie działań (najprawdopodobniej w formie projektów pilotażowych) w celu zapobiegania powstawaniu odpadów żywności poprzez wykorzystanie niesprzedanych produktów spożywczych lub produktów spożywczych o krótkim terminie przydatności do spożycia.

Program bardzo szeroko traktuje zasady GOZ, bo wspomina również o cyrkularnym gospodarowaniu i wykorzystywaniu terenów. W Polsce ciągle jeszcze zauważalny jest problem związany z występowaniem terenów zanieczyszczonych bądź zdegradowanych. Zabudowa miejska coraz częściej wkracza na tereny zieleni, omijając tereny zanieczyszczone/zdegradowane. Problemem w Polsce są również pozostawione po działalności gospodarczej lub in-

nej działalności odpady będące źródłem zanieczyszczeń i powodujące faktyczne wyłączenie z użytkowania zajętych przez nie terenów.

We wszystkich projektach, w których będzie to zasadne i możliwe, zostaną zastosowane rozwiązania związane z GOZ (w tym efektywność energetyczna i użycie energii z OZE), jak również elementy sprzyjające mitygacji i adaptacji do zmian klimatu i łagodzeniu jej skutków (w szczególności zielona i niebieska infrastruktura).

2.2. FENG – Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki

Kolejnym programem w ramach polityki spójności, który przewiduje finansowania działań związanych z GOZ, są Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki. By unowocześnić gospodarkę i zwiększać jej innowacyjność, niezbędne są działania w kierunku GOZ. Wymaga to szczególnego podejścia i rozwoju nowoczesnych technologii szczególnie w zakresie zagospodarowywania odpadów i przetwarzania ich w charakterze surowców wtórnych. Bardzo ważny w polskich uwarunkowaniach jest rozwój technologii obiegu wody i zagospodarowania odpadów powstałych w wyniku działalności przemysłu wydobywczego i sektora energetyki.

Z raportu Ecoinnovation Scoreboard z 2019 r. (https://ec.europa.eu/environment/ecoap/poland_en) wynika, że obecnie Polska jest jednym z krajów, które od 2010 r. utrzymują się na niskim, piątym od końca, miejscu w europejskiej tabeli wyników ekoinnowacji. W 2021 r. KE wprowadziła dwa nowe wskaźniki dotyczące transformacji cyfrowej i zrównoważonych innowacji do oceny wskaźnika innowacji, co pozwoliło na wskazanie mocnych stron Polski, takich jak: cyfryzacja, aktywa intelektualne i wykorzystanie technologii informacyjnych (<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/46411>). Pomimo tego Polska jest w grupie tzw. początkujących innowatorów, zajmując końcowe miejsca w tabeli.

Polska szczególnie słabo wypada pod względem inwestycji w badania i rozwój oraz innowacje i inwestycje w zielone technologie na wczesnym etapie, a także w działalność gospodarczą związaną z ekoinnowacjami. Rozwój ekoinnowacji w Polsce przebiega powoli, ponieważ przedsiębiorstwa nie wykorzystują w pełni potencjału środków publicznych (głównie z funduszy strukturalnych UE) na rozwój technologii środowiskowych. Wciąż niedoceniany jest potencjał innowacji ekologicznych. Wiele firm nie traktuje ekoinnowacji jako źródła przewagi konkurencyjnej i nie dostrzega ekonomicznych korzyści z wprowadzania ekoinnowacyjnych rozwiązań. Najistotniejsze bariery dla ekoinnowacji w Polsce mają głównie charakter ekonomiczny, obejmując wysokie koszty realizacji, utrudniony dostęp do kapitału, niepewny zwrot z inwestycji (Bukowski i in. 2012). Raport jednoznacznie wskazuje, że szansą zmiany tej sytuacji mogą być m.in. znaczne inwestycje ze źródeł unijnych i krajowych. Pozytywnym aspektem w rozwoju innowacji była znacząca poprawa budowy środowiska prawnego przyjaznego innowacjom. W ciągu ostatnich ośmiu lat wskaźnik zwiększył się aż o 183%.

Komisja stwierdziła, że zastosowanie zasad GOZ w całej gospodarce UE może przyczynić się do zwiększenia unijnego PKB o dodatkowe 0,5% do 2030 r. oraz stworzenia około

700 000 nowych miejsc pracy. Również w przypadku pojedynczych przedsiębiorstw istnieje wyraźne uzasadnienie biznesowe dla GOZ, gdyż przedsiębiorstwa produkcyjne w UE wydają średnio około 40% środków na materiały, więc modele obiegu zamkniętego mogą zwiększyć ich rentowność, a jednocześnie chronić je przed wahaniami cen zasobów (CEAP 2020).

FENG w ramach wsparcia GOZ oferuje moduł dotyczący „zazieleniania” przedsiębiorstw. Celem wsparcia oferowanego w ramach modułu jest transformacja przedsiębiorstw w kierunku zrównoważonego rozwoju oraz GOZ, w tym rozwój nowych modeli biznesowych. Realizacja modułu ma wpływać na zmianę myślenia przedsiębiorstw o całości prowadzonej działalności gospodarczej, uwzględnienia jej aspektów środowiskowych i przestawieniu jej na model cyrkularny: od wyboru kontrahentów i zasobów, przez projektowanie produktów i usług, aż po zrównoważoną produkcję i zarządzanie odpadami oraz cyklem życia produktów.

Moduł obejmuje wsparcie ekoprojektowania, przeprowadzania ocen środowiskowych i dotyczących cyklu życia produktu (jak ETV, PEF czy LCA), zastępowanie materiałów pierwotnych surowcami wtórnymi, ponowne użycie zasobów traktowanych jak odpady, zastępowanie bądź redukcję substancji szkodliwych w materiałach i produktach oraz wdrożenie płynących z nich rekomendacji i wsparcie inwestycji w ramach zazieleniania przedsiębiorstw, w tym wdrożenie wyników B+R.

2.3. Krajowy Plan Odbudowy

W Krajowym Planie Odbudowy przewidziano wsparcie grantowe* w zakresie GOZ. W komponentie A dotyczącym gospodarki znalazły się zapisy wskazujące na potrzebę finansowania działań zmierzających do stworzenia warunków do przejścia na model GOZ.

Reforma przewidziana do realizacji wychodzi naprzeciw jednemu z wyzwań wskazanym w Mapie Drogowej transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym (Mapa drogowa... 2019): konieczności stworzenia odpowiednich warunków dla rozwoju rynku surowców wtórnych. Obecnie tylko niewielka część odpadów wykorzystywana jest jako surowiec wtórny. Wynika to m. in z regulacji, które w sposób bardzo ograniczony umożliwiają zagospodarowanie odpadów, w szczególności odpadów przemysłowych, które stanowią 90% całości odpadów wytwarzanych co roku w Polsce. Bez stworzenia przyjaznego otoczenia regulacyjnego nie ma możliwości realnego wdrożenia modelu GOZ. Dokument (Krajowy Plan Odbudowy 2021) wskazuje, iż celem reformy jest stworzenie odpowiednich ram, przede wszystkim prawnych, dla funkcjonowania obrotu surowcami wtórnymi. Reforma przewiduje zarówno szczegółową identyfikację kluczowych barier legislacyjnych ograniczających obrót surowcami wtórnymi, jak również wypracowanie i implementację rozwiązań legislacyjnych w postaci stosownych rozporządzeń o utracie statusu odpadów dla kluczowych odpadów

* W wysokości 162 mln euro.

przemysłowych (o największym potencjale gospodarczym), lub też wdrożenie definicji surowca wtórnego, co ułatwiłoby obrót i wykorzystanie odpadów jako surowców wtórnych.

Działania inwestycyjne, które mają ułatwić transformację przedsiębiorstw w kierunku GOZ poprzez wsparcie projektów wpisujących się w regulacje unijne (CEAP 2020) i krajowe ma obejmować:

- wsparcie wykorzystania surowców wtórnych;
- inwestycje, w tym m.in. w zakresie infrastruktury B+R służące do opracowania technologii w zakresie wykorzystania odpadów jako surowców wtórnych, których celem będzie stworzenie bardziej wydajnej gospodarki (zwiększenie ilości surowców możliwych do ponownego wykorzystania i zmniejszenie ilości surowców pierwotnych wykorzystywanych w procesach produkcyjnych, a także zmniejszenie ilości odpadów składowanych na składowiskach);
- inwestycje MSP związane z wdrażaniem technologii środowiskowych w tym związanych z GOZ, których efektem będzie lepsza gospodarka materiałowa, zwiększenie efektywności energetycznej i zmiana filozofii firm w kierunku *zero waste*;
- pilotażowe badanie składu morfologicznego wybranych hałd odpadów przemysłowych i powydobywczych oraz wsparcie w zakresie badania jakości surowców wtórnych.

Co ważne, zadania dotyczące rozwoju technologii przyczyniających się do stworzenia rynku surowców wtórnych oraz technologii przyjaznych środowisku będą realizowane jako konkursy skierowane do przedsiębiorców, instytutów i organizacji badawczych i administracji publicznej. Mają być one realizowane zgodnie z zasadami pomocy publicznej. Działania mają być zrealizowane do II połowy 2026 r.

2.4. Fundusz Sprawiedliwej Transformacji

Realizacja zadań dotyczących transformacji regionów górniczych w kierunku gospodarki neutralnej dla klimatu wynika bezpośrednio z przyjętego Europejskiego Zielonego Ładu (COM (2019) 640 final). Zgodnie z celem, jakim jest osiągnięcie neutralności klimatycznej UE do 2050 r. w sposób skuteczny i sprawiedliwy, został powołany do życia Mechanizm Sprawiedliwej Transformacji. Koncentruje się on na tych regionach i sektorach, które w wyniku transformacji ucierpią najbardziej, biorąc pod uwagę ich zależność od paliw kopalnych, w tym węgla, torfu i ropy naftowej lub procesów przemysłowych generujących intensywną emisję gazów cieplarnianych.

Polskie regiony górnicze zmagają się z różnymi wyzwaniemizwiązanymi z transformacją energetyczną. Choć w ostatnich latach poczyniono znaczne postępy w procesie przechodzenia z zależności od wydobycia węgla na dywersyfikację działalności gospodarczej, społeczności regionów górniczych nadal odczuwać będą bezpośrednie skutki tej transformacji w nadchodzących latach. Dotyczy to w szczególności województw: śląskiego, wielkopolskiego, dolnośląskiego, łódzkiego, lubelskiego i małopolskiego. Wyzwania transformacji

zależą od specyficznych warunków lokalnych i od etapu odchodzenia od gospodarki opartej na węglu. Aby zapewnić sprawne przejście na gospodarkę neutralną dla klimatu, konieczne jest wsparcie dla tych obszarów z budżetów krajowego i unijnego, w oparciu o zintegrowane strategie krajowe i lokalne.

Jednym z działań wskazanych do wsparcia w ramach Funduszu Sprawiedliwej Transformacji ma być rozwój GOZ. Zadania związane z GOZ mają obejmować m.in.:

- inwentaryzację i wykorzystanie zasobów pokopalnianych poprzez rozwiązania z zakresu GOZ,
- podnoszenie świadomości ekologicznej, w tym popularyzację idei i założeń GOZ wśród mieszkańców,
- wprowadzanie w przedsiębiorstwach rozwiązań GOZ.

Bardziej szczegółowe zapisy znajdują się w Terytorialnych Planach Sprawiedliwej Transformacji, które będą opracowane przez regiony.

Podsumowanie

GOZ wdrażana jest na całym świecie, ponieważ firmy i rządy coraz częściej dostrzegają jej potencjał w zwalczaniu podstawowych przyczyn zmian klimatycznych i innych globalnych wyzwań, jednocześnie generując nowe i lepsze możliwości wzrostu. Jako rozwiązanie, które ma ogromne możliwości wzrostu, jej znaczenie stało się jeszcze bardziej widoczne w ostatnich dyskusjach na temat odnowy gospodarczej po pandemii COVID-19. Wszystkie aspekty finansowe będą miały zasadnicze znaczenie dla skali przejścia na gospodarkę cyrkularną. Inwestorzy sektora prywatnego, banki i działy finansowe przedsiębiorstw, jak również rządy i inne organy sektora publicznego mają do odegrania kluczową rolę.

Oprócz tego, że GOZ jest źródłem nowych form zielonego wzrostu, stanowi ona kluczowy element rozwiązania problemu zmian klimatycznych i innych kwestii środowiskowych, społecznych i związanych z zarządzaniem (ESG). Nie chodzi już o to, czy zmiany klimatyczne i inne globalne wyzwania mają znaczenie dla sektora usług finansowych, ale o to, jak on się do nich ustosunkuje. Potrzebne są więc znaczne środki finansowe, aby stworzyć ścieżkę bardziej odpornego wzrostu gospodarczego, który zwiększy ogólnosystemową efektywność gospodarczą i optymalne wykorzystanie kapitału finansowego.

Literatura

- Bukowski i in. 2012 – Bukowski, M., Szpor, A. i Śniegocki A. 2012. Potencjał i bariery polskiej innowacyjności. IBS. Warszawa.
- CEAP 2020. Circular economy action plan 2020, COM (2020) 98. https://ec.europa.eu/environment/strategy/circular-economy-action-plan_pl.
- COM (2019) 640 final. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Europejski Zielony Ład” COM(2019)640.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy.

Dyrektywa Rady 1999/31/WE z dnia 26 kwietnia 1999 r. w sprawie składowania odpadów.

<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/46411>.

https://ec.europa.eu/environment/ecoap/poland_en.

<https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/informacje-o-strategii-na-rzecz-odpowiedzialnego-rozwoju>.

<https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/krajowa-strategia-rozwoju-regionalnego>.

<https://www.pois.gov.pl/strony/o-programie/fundusze-europejskie-na-infrastrukture-klimat-srodowisko/>.

Krajowy Plan Odbudowy, Warszawa 2021.

Mapa drogowa transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym. Warszawa 2019.

PRODUKTYWNOŚĆ W REALIZACJI ZAŁOŻEŃ GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM W POLSCE

Anna BĄCZYK

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Wprowadzenie

W kontekście zrównoważonego rozwoju i globalnych zmian środowiskowych uwzględnianie produktywności jest kwestią kluczową dla prowadzenia ocen i tempa zmian w gospodarce. W literaturze uwzględnia się wiele czynników wpływających na poziom i tempo wzrostu produktywności, np. zasoby ludzkie, kapitał i postęp technologiczny, wynagrodzenia czynników produkcji, inwestycje. Jak wskazywał Samuelson, Nordhaus (Samuelson i Nordhaus 2012) zasoby naturalne we współczesnym świecie nie są już czynnikiem koniecznym do osiągnięcia sukcesu gospodarczego. Jednak zapewnianie bezpieczeństwa dostaw surowców dla gospodarki w dobie globalizacji i skracanie coraz dłuższych łańcuchów dostaw w istoty sposób może oddziaływać na tempo i kierunki zmian w gospodarce. Racjonalne gospodarowanie zasobami jest podstawą realizacji założeń GOZ. Może być ono realizowane poprzez promowanie postępu technologicznego, zmian organizacyjnych, mobilności zawodowej, zwiększonych inwestycji na badania i rozwój, stosowania technologii informacyjno-komunikacyjnych, konkurencji i reform rynku produktów itp. Zazwyczaj jest ono zbieżne ze wzrostem produktywności, która ma kluczowe znaczenie dla rozwoju gospodarczego (Kozioł 2004), ponieważ oznacza, że można osiągnąć więcej przy mniejszym nakładzie środków. Takie działania mogą przynosić wymierne korzyści dotyczące zarówno dostępu do zasobów (np. z surowców wtórnych, czy lokalnych), jak tworzenia nowych miejsc pracy. W przypadku zielonej transformacji, której celem jest *decoupling*, czyli rozdzielenie bezpośredniego związku między dobrobytem człowieka, wykorzystaniem zasobów i degradacją środowiska, kwestia poprawy produktywności zasobów staje się coraz ważniejsza. GOZ zmniejsza zależność od zasobów i ich zużycie, w tym energii, a tym samym ogranicza koszty produkcji, zawęża ekspozycję na rynek i ogranicza koszty wynikające z wydobycia i wytwarzania zasobów. Dodatkowo prowadzi do wprowadzenia ekonomicznie opłacalnych

metod redukcji zanieczyszczeń oraz oddzielenia odpadów zawierających substancje szkodliwe i niebezpieczne od tych nadających się do ponownego wykorzystania (Wijkman i Skanberg 2016; Mapa drogowa... 2019).

Z drugiej strony wdrażanie GOZ jest wyzwaniem ze względu na konieczność szybkiej implementacji zmian technologicznych i nowych modeli biznesowych (symbioza gospodarcza, wykorzystanie odpadów), co wymaga pokonania istotnych barier głównie rynkowych i społecznych, tj. akceptacji nowych rozwiązań (współdzielenie). Wsparciem mogą być jasno sprecyzowane cele polityki gospodarczej, w której uwzględnia się podejście systemowe do wszystkich zasobów, a także odpowiednia edukacja i przygotowanie przedsiębiorców do zmian. Na obecnym etapie rozwoju Polski trwały i zrównoważony (*sustainable*) wzrost produktywności można uznać za nadrzędny cel polityki gospodarczej (Diagnoza do Strategii Produktywności 2030; Kosieradzka... 2012). By osiągnąć ten cel, konieczne do realizacji są: postęp technologiczny oraz wzrost innowacyjności, czyli zdolność do tworzenia i wdrażania nowych rozwiązań produktowych, procesowych, organizacyjnych oraz marketingowych. Są to czynniki decydujące o jakości wzrostu i determinujące jego trwały i zrównoważony charakter (Piętowska-Laska 2012; Źródła i perspektywy... 2016; Siński 2016; Adamczyk 2008; Komunikat Komisji Europejski „Zielony Ład”. COM (2019)).

1. GOZ jako element składowy polskiej produktywności

Idea dotychczas wykorzystywanego w funkcjonowaniu europejskich przedsiębiorstw modelu gospodarki linearnej, opierającej się na zasadzie „weź – wyprodukuj – zużyj – wyrzucić” jest nieefektywna i w obliczu konieczności wdrażania Europejskiego Zielonego Ładu (Komunikat Komisji Europejski „Zielony Ład”. COM (2019)) – mającego na celu przekształcenie UE w sprawiedliwe i prosperujące społeczeństwo żyjące w nowoczesnej, zasobooszczędnej i konkurencyjnej gospodarce – zdecydowanie się nie sprawdzi.

W związku z ciągłym wzrostem wydobycia surowców, zwiększającą się emisją gazów cieplarnianych, utratą bioróżnorodności i deficytem wody (Global Resources Outlook 2019) UE jako całość, jak i jej państwa członkowskie, muszą przyspieszyć proces przechodzenia na model regeneracyjnego wzrostu, który oddaje planecie więcej niż zabiera, poczynić postępy na drodze ku utrzymaniu konsumpcji zasobów w ramach ograniczeń planety, co oznacza zmniejszenie śladu konsumpcyjnego i jednocześnie zwiększenie wskaźnika wykorzystania materiałów w obiegu zamkniętym (Komunikat Komisji... COM (2020)).

GOZ zakłada oszczędne gospodarowanie zasobami (produkty, materiały oraz surowce pierwotne i wtórne) oraz minimalizację wytwarzania odpadów i emisji (Kulczycka red. 2019). Na poziomie funkcjonowania przedsiębiorstw idea ta polega na zaprojektowaniu cyklu, w którym etapy, zaczynając od pozyskania surowca, przez projektowanie, produkcję, konsumpcję, zbieranie odpadów, aż po ich zagospodarowanie, będą powtarzały się wielokrotnie. Ważne jest, aby odpad, jeżeli już powstanie, był traktowany jako surowiec

wtórny, który można ponownie wykorzystać w odpowiedni ekonomicznie i środowiskowo sposób. Nieodłącznym elementem wdrażania GOZ jest dbałość o maksymalne wydłużenie czasu korzystania z produktów lub ich zastępowanie innymi – także niematerialnymi – substytutami. Kwestie te wpływają na rozwój innowacyjności (jako wynik prac B+R), budowę nowych modeli biznesowych i zmianę świadomości środowiskowej społeczeństwa (Ocena zapotrzebowania... 2020).

Dokumentem strategicznym wdrażającym nowy model gospodarczy w Polsce jest Mapa drogowa transformacji w kierunku GOZ. Dokument ten zawiera zestaw narzędzi, nie tylko legislacyjnych, które mają na celu stworzenie warunków do wdrożenia GOZ. Proponowane działania dotyczą przede wszystkim prac analityczno-koncepcyjnych, informacyjno-promocyjnych oraz koordynacyjnych w obszarach znajdujących się we właściwości poszczególnych resortów.

Przechodząc do analizy wpływu GOZ na produktywność, aspektem wymagającym uwzględnienia jest zasobochłonność polskiej gospodarki. Efektywne wykorzystanie materiałów może być jedną ze składowych wpływających na konkurencyjność przedsiębiorstw oraz wytwarzaną przez nich wartością dodaną (Woźniak i in. 2010; Godlewska-Majkowska i in. 2016). Polska gospodarka ciągle jeszcze charakteryzuje się wysoką materiało- i zasobochłonnością (Kulczycka red. 2016; Polska na drodze zrównoważonego rozwoju) oraz niską efektywnością energetyczną (Zamknięty obieg... 2018). Wyczerpywanie się surowców pierwotnych i rosnąca zależność Europy od dostawców z krajów trzecich* stanowi poważne zagrożenie dla dalszego rozwoju gospodarczego, zachowania konkurencyjności unijnych przedsiębiorstw oraz realizacji założeń Porozumienia Paryskiego.

W kontekście prac nad zagadnieniami GOZ kluczowe jest podejście systemowe do wszystkich zasobów i postrzeganie ich w kategoriach wzajemnych powiązań (*resource nexus*). Nieadekwatne w obecnych realiach jest rozpatrywanie roli poszczególnych surowców w gospodarce. Trzeba koncentrować się na ich wzajemnym wpływie. Zrozumienie złożoności i zależności między wszystkimi rodzajami zasobów może stanowić podstawę do podjęcia działań mających na celu zabezpieczenie ich podaży w przyszłości.

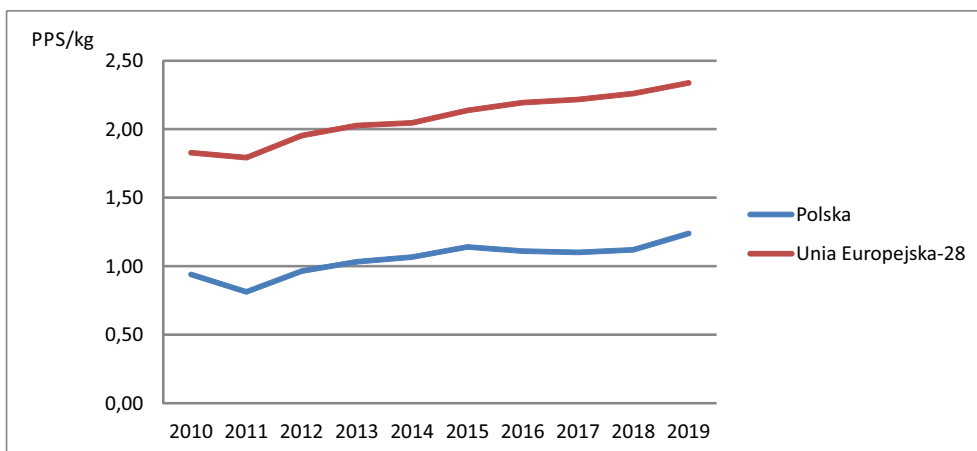
1.1. Wykorzystanie zasobów

Jedną z miar efektywności wykorzystania zasobów w gospodarce jest produktywność zasobów obliczana jako relacja produktu krajowego brutto (PKB) do krajowego zużycia

* W czterech z sześciu przeanalizowanych przez KE strategicznych zależności (wodór, surowce, baterie i aktywne składniki farmaceutyczne) UE jest i może być w przyszłości zależna od państw trzecich, zaś w kolejnych dwóch (półprzewodniki oraz chmury) UE pozostaje w tyle w stosunku do swoich światowych konkurentów [na podstawie:] Commission Staff Working Document. Strategic dependencies and capacities Accompanying the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Updating the 2020 New Industrial Strategy: Building a stronger Single Market for Europe's recovery. SWD(2021) 352 final.

materiałów (DMC). Krajowe zużycie materiałów bazuje na spójnych zestawieniach całkowitych nakładów materialnych wchodzących do gospodarek narodowych*, zmian poziomu zapasów materialnych w gospodarce oraz wpływów materialnych do innych gospodarek albo do środowiska (https://sdg.gov.pl/statistics_glob/8-4-1/). Wskaźnik ten jednak nie odzwierciedla wszystkich dziedzin działalności gospodarczej i nie rozróżnia w wielkości zużycia materiałów pochodzących ze źródeł pierwotnych i wtórnych (Nowaczek i in. 2020).

Krajowa gospodarka materiałowa w latach 2010–2019 charakteryzowała się wzrostową tendencją zużycia badanych materiałów, na co zasadniczy wpływ ma wielkość produkcji i importu oraz utrzymanie wysokiego udziału importowanych materiałów w zużyciu krajowym (rys. 1) (Ekonomiczne aspekty... 2020).



Rys. 1. Produktywność wykorzystania zasobów jako stosunek PKB (PPS) do Krajowej Konsumpcji Materialnej (DMC) w latach 2010–2019

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

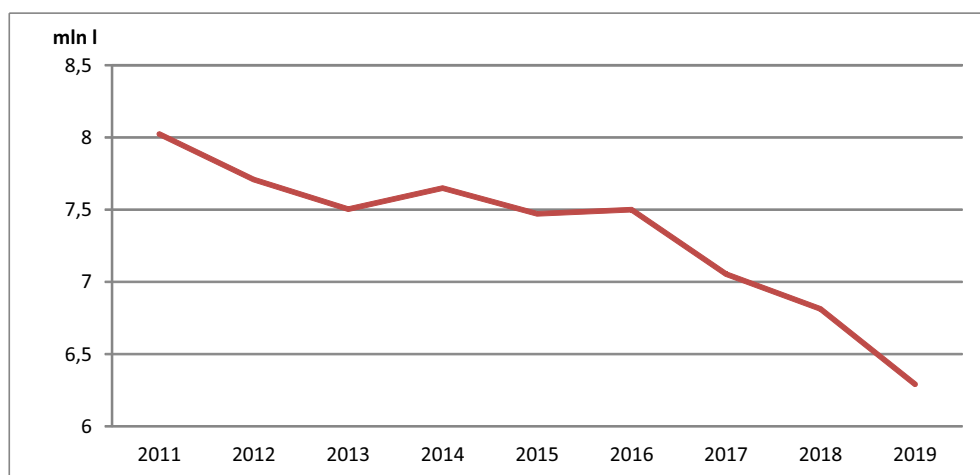
Według danych Eurostat wskaźnik produktywności zasobów w Polsce w latach 2004–2019 wzrósł prawie dwukrotnie z 0,77 do 1,24 PPS/kg. Wynik ten plasuje nasz kraj na piątym miejscu pod względem najniższej efektywności wykorzystania materiałów. Wyrzeczamy jedynie Finlandię, Bułgarię, Rumunię i Estonię, a nasza wydajność zasobowa w 2019 r. stanowiła niecałe 30% wydajności Holandii – lidera w UE. W 2010 r. kilogram materiałów w Polsce generował PKB o wartości 0,9 PPS, a przeciętnie w UE dwukrotnie więcej – 1,8 PPS. Średnia wartość wskaźnika dla krajów UE-28 wzrosła w analizowanym okresie z 1,37 do 2,34. Polska nie osiągnęła jeszcze średniej wydajności UE z 2004 r. Wyniki

* Dane do Ogólnogospodarczego Rachunku Przepływów Materialowych tworzy się z następujących elementów składowych: 1) biomasa i produkty z biomasy, 2) rudy i koncentraty metali, surowe i przetworzone, 3) minerały niemetaliczne, surowe i przetworzone, 4) kopalne surowce energetyczne/nośniki energii, surowe i przetworzone, 5) odpady do ostatecznego przetworzenia i usunięcia.

te spowodowane są m.in. wysokim udziałem przemysłu w polskim PKB. Produktywność zasobowa w państwach z mniejszym udziałem przemysłu, a większym udziałem usług jest znacząco wyższa.

Efektywność gospodarowania zasobami w sektorach przemysłowych w Polsce wynosi średnio 63%, wahając się od 28% w przypadku minerałów niemetalicznych do 84% w przypadku produkcji papieru. Oznacza to, że istnieje znaczny potencjał poprawy w zakresie ograniczania wkładu zasobów do tych sektorów (Efektywność wykorzystania energii...).

Przykładem poprawy wydajności jest zużycie wody w przemyśle (rys. 2). W Polsce wskaźnik ten spada systematycznie przy jednoczesnym wzroście wartości produkcji sprzedanej przemysłu. Należy podkreślić, że to przemysł ma największy udział w zużyciu wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności (Ochrona Środowiska... 2018).



Rys. 2. Zużycie wody na potrzeby przemysłu [mln l] w latach 2010–2019
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Energochłonność polskiej gospodarki pomimo postępów, które zostały poczynione w tym obszarze, wciąż znacząco odbiega od średniej w UE. Energochłonność pierwotna PKB zmniejszyła się w 2018 r. o 3,3% w stosunku do roku poprzedniego, natomiast energochłonność finalna PKB o 3,2%. W stosunku do roku 2008 energochłonność PKB w 2018 r. obniżyła się o 23,4% (pierwotna) i 18,4% (finalna), po uwzględnieniu korekty klimatycznej tempo poprawy było nieznacznie wyższe. W latach 2014–2018 było ono niższe niż w pierwszej połowie omawianego okresu, jednakże w 2018 r. zaobserwowano znaczne zmniejszenie energochłonności pierwotnej i finalnej PKB wynoszące odpowiednio 3,3% oraz 3,2% (Efektywność wykorzystania energii...). Dystans Polski do średniej europejskiej co prawda uległ istotnemu zmniejszeniu, jednakże w stosunku do najefektywniejszych gospodarek ciągle pozostaje znaczący.

Warto wskazać, iż w przypadku Polski pięć sektorów przemysłowych (tj.: chemikalia, papier, metale podstawowe, minerały niemetaliczne, guma i plastik) odpowiada za 70% całkowitej energii końcowej i energii nieenergetycznej wytwarzanej przez polski sektor przemysłowy (Mapa drogowa... 2019). Analiza przepływów pokazuje znaczną zależność tych przemysłów od gazu ziemnego, energii elektrycznej, węgla, koksu i gazu koksowniczego. Nakłady inwestycyjne zostają przeznaczane głównie na: surowce naftowe i gazowe, stal z recyklingu, drewno i polimery. Materiały wejściowe do przemysłu stanowią około 50% całkowitego wkładu energii do tych pięciu sektorów (Emerson and University of Cambridge 2018).

Ograniczanie zużycia energii ma priorytetowe znaczenie w UE. Działania mające na celu poprawę efektywności energetycznej uznawane są nie tylko za środek zapewniający zrównoważone dostawy energii, ograniczający emisje gazów cieplarnianych, zwiększający bezpieczeństwo dostaw i ograniczający wydatki na import energii, lecz także za środek służący promowaniu konkurencyjności UE. Od 2018 r. ogólnounijny cel w tym zakresie na 2030 r. został określony na poziomie 32,5% (Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030).

1.2. Gospodarka odpadami, odzysk i recykling

Gospodarka odpadami należy do najbardziej problemowych obszarów ochrony środowiska. Odpady są potencjalnym zasobem, jeśli są przygotowane do ponownego użycia, poddane recyklingowi bądź innym metodom odzysku. Unieszkodliwianie odpadów może być potraktowane jako utrata zasobów i przejaw nieefektywności gospodarki. Właściwe zarządzanie odpadami jest zasadniczym elementem zapewniającym efektywne użytkowanie zasobów naturalnych i zrównoważony wzrost gospodarczy.

Prawie wszystkie (90%) (Ochrona środowiska w 2019 r.) odpady generowane w Polsce to odpady przemysłowe. Głównym źródłem odpadów były, podobnie jak w latach poprzednich: górnictwo i wydobywanie, przetwórstwo przemysłowe oraz wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz, parę wodną i gorącą wodę. Największy udział w ilości wytworzonych odpadów stanowiły odpady powstające przy poszukiwaniu, wydobywaniu, fizycznej i chemicznej przeróbce rud i innych kopalin (60%) oraz odpady z procesów termicznych (20%). Ilość wytworzonych odpadów (z wyłączeniem odpadów komunalnych) od 2000 r. kształtuje się w Polsce na stałym poziomie (w granicach 110–130 mln ton), co przy stałym wzroście PKB, co może wskazywać na pozytywne trendy w gospodarce odpadami. Jednak mimo wprowadzenia hierarchii postępowania z odpadami w prawie polskim*, nadal duża część odpadów pochodzących z działalności gospodarczej jest składowana. Ilość odpadów składowanych w 2019 r. wyniosła ok. 49 mln ton i zajmowała łączną powierzchnię ponad 8 tys. ha. Największe powierzchnie składowania znajdują się w województwach,

* Zgodnie z ramową dyrektywą o odpadach.

w których wytwarzane są największe ilości odpadów, tj. w województwie dolnośląskim, śląskim, małopolskim i łódzkim

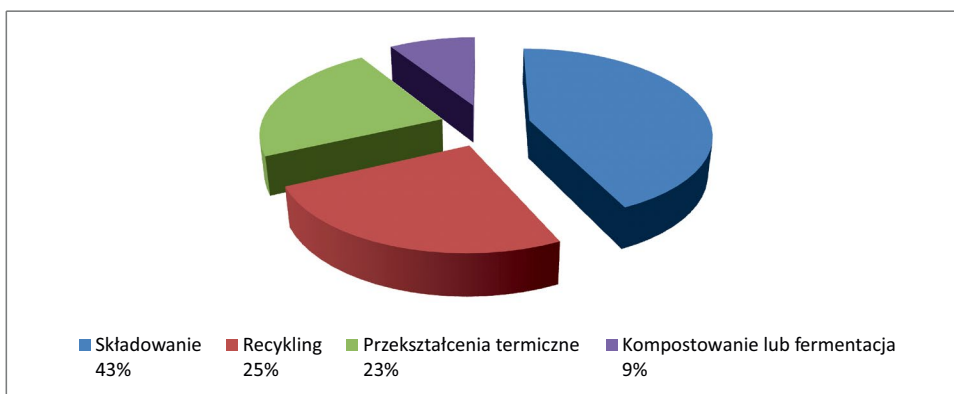
Odpady pochodzące z sektora górniczego i przetwórczego, podobnie jak odpady z sektora budowlanego, mają duży potencjał do ponownego wykorzystania. Prowadzenie coraz mniej odpadowej działalności produkcyjnej i wykorzystanie jak największej ilości odpadów przemysłowych w innych procesach produkcyjnych może w znaczący sposób przyczynić się do zwiększania opłacalności produkcji w Polsce, nawet w perspektywie krótkoterminowej.

Polska jest jednym z czołowych producentów Ubocznych Produktów Spalania (UPS) w Europie, co wynika z dominującej roli węgla w strukturze wytwarzania energii (Tomaszewicz i Zuwała 2015). Popioły, żużle i gips powstające w procesie spalania paliw mogą być wytwarzane jako produkty uboczne do dalszego wykorzystania, co oznacza, że nie ma potrzeby ich składowania. Produkty mogą być stosowane w górnictwie w technologiach przeciwpożarowych i przeciwybuchowych oraz do tworzenia mieszanin posadzkowych oraz izolujących. Jeszcze szersze zastosowanie znajdują w budownictwie i drogownictwie, gdzie używane są jako dodatki do produkcji betonu, cementu, zapraw, spoiw oraz ceramiki budowlanej (Chrzanowski i Masłowski 2014). Takie rozwiązanie jest korzystne nie tylko ze środowiskowego, ale również ekonomicznego punktu widzenia (<https://media.tauron.pl/pr/652557/najnowoczesniejszy-blok-weglowy-w-polsce-bez-odpadow-palenskowych>). Aby UPS mogły być wykorzystywane ponownie, muszą zostać zarejestrowane jako produkty przez Europejską Agencję Chemikaliów (ECHA) i muszą spełniać wymogi REACH*.

W związku z wdrażaniem GOZ oraz ciągle zaostrzającymi się wymogami prowadzonej obecnie polityki klimatyczno-energetycznej, wykorzystanie UPS z roku na rok się zwiększa. Zapotrzebowanie już teraz jest większe niż podaż, biorąc pod uwagę wymagania jakościowe. Masowe wykorzystanie surowców wtórnych pozwala na zmniejszenie niekorzystnego bilansu emisji CO₂, dlatego przedsiębiorstwa z pewnością będą inwestować w technologie pozwalające poprawić jakość.

Mniejszą część odpadowej układanki stanowią odpady komunalne. W latach 2000–2019 odpady komunalne wytworzone w Polsce per capita utrzymywały się na poziomie ok. 300 kg (w 2019 r. średnia dla Polski wyniosła 332 kg wobec średniej UE-28 – 489 kg). Polska posiada jeden z najniższych wskaźników wśród krajów europejskich. W analizowanym okresie wielkość odpadów składowanych w Polsce zmniejszyła się z 312 kg per capita do 137 w 2018 r. W Polsce z zebranych oraz odebranych w 2019 r. odpadów komunalnych, 7,1 mln ton przeznaczono do odzysku, z tego do recyklingu przeznaczono 3,2 mln ton, do przekształcenia termicznego z odzyskiem energii 2,7 mln ton, do biologicznych procesów przetwarzania zostało skierowane 1,2 mln ton (rys. 3).

* Ważną procedurą wprowadzającą UPS do obrotu i odzysku jest rejestracja zgodnie z rozporządzeniem REACH, które reguluje kwestię stosowania chemikaliów oraz wydawania zezwoleń i wprowadzania ograniczeń ich obrotu.



Rys. 3. Zagospodarowanie odpadów komunalnych w Polsce w 2019 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Dane wprost wskazują, iż w systemie gospodarki odpadami komunalnymi jeszcze wiele musi się zmienić, by wypełnić zobowiązania prawne wynikające z implementacji prawa unijnego i stać się prawdziwym fundamentem rozwoju GOZ.

Duży potencjał do ponownego wykorzystania mają także opakowania, pojazdy wycofane z eksploatacji, zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny, opony oraz baterie i akumulatory.

Zgodnie z najnowszymi danymi GUS (Ochrona środowiska 2020) liczba pojazdów wyrejestrowanych w 2018 r. wynosiła 595,6 tys. sztuk, co oznacza wzrost o 25,4% w stosunku do roku poprzedniego. Głównym powodem wyrejestrowania był demontaż pojazdów, gdzie trafiło 538,5 tys. pojazdów, których średni wiek wynosił 20 lat. W 2018 r. poziomy odzysku i recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji wyniosły odpowiednio: 95,3% dla procesów odzysku oraz 93,4% dla procesów recyklingu (przy wymaganych przez Komisję Europejską poziomach odzysku i recyklingu odpowiednio: 95% i 85%).

W 2018 r. wprowadzono na terytorium Polski łącznie 660 tys. ton sprzętu elektrycznego i elektronicznego, a zebrano 330 mln ton zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego, w tym z gospodarstw domowych 302 mln ton. Najwięcej zużytego sprzętu zebrano w grupie obejmującej wielkogabarytowe urządzenia gospodarstwa domowego* (42% masy zebranego sprzętu ogółem) oraz sprzęt działający na zasadzie wymiany temperatury (21%). W 2018 r. osiągnięto poziom przygotowania do ponownego użycia i recyklingu ZSEE dla wielkogabarytowych urządzeń gospodarstwa domowego – 68%, a dla sprzętu działającego na zasadzie wymiany temperatury – 73%. W przeliczeniu na 1 mieszkańca zebrano 8,7 kg zużytego sprzętu, tym samym Polska osiągnęła wymagany przez Komisję

* W szczególności: urządzenia gospodarstwa domowego, sprzęt informatyczny i telekomunikacyjny, sprzęt konsumencki, oprawy oświetleniowe, sprzęt do odtwarzania dźwięku lub obrazu, sprzęt muzyczny, narzędzia elektryczne i elektroniczne, zabawki, sprzęt rekreacyjny i sportowy, wyroby medyczne, przyrządy stosowane do monitorowania i kontroli, automaty wydające, sprzęt do wytwarzania prądów elektrycznych.

Europejską poziom zbiórki sprzętu (4 kg na mieszkańca). Wskaźnik ten w ciągu ostatnich 10 lat wzrósł kilkukrotnie (w 2007 r. wynosił 0,71 kg na mieszkańca).

W odniesieniu do odpadów opakowaniowych w 2018 r. na polski rynek wprowadzono 5,5 mln ton opakowań. Wymagany poziom odzysku (61%) i recyklingu (56%) został osiągnięty już w 2015 r. i został zachowany do dziś. Osiągnięto także wymagane poziomy recyklingu poszczególnych frakcji* odpadów opakowaniowych. W latach 2007–2017 ilość wytwarzanych odpadów opakowaniowych na terenie UE-28 wzrosła o ok. 8%. Ilość ta będzie rosła, zwłaszcza w państwach Europy Środkowo-Wschodniej ze względu na zachodzące w tych społeczeństwach zmiany związane ze zwiększającą się konsumpcją.

W 2018 r. wprowadzono do obrotu na terytorium Polski baterie i akumulatory o łącznej masie 131 tys. ton, z czego 65,4% stanowiły baterie i akumulatory samochodowe, a 24,4% to baterie i akumulatory przemysłowe. Pozostałe 10,2% to przenośne baterie i akumulatory. W 2018 r. Polska osiągnęła poziom zbierania zużytych baterii i akumulatorów przenośnych (80%), przy wymaganym w 2018 r. poziomie zbierania wynoszącym 45% (Rozporządzenie Ministra Środowiska... 2009). Do ciągłych zmian w tym zakresie przyczyniają się m.in. stałe podnoszenie świadomości ekologicznej społeczeństwa oraz zwiększanie dostępności punktów zbierających zużyte baterie i akumulatory.

Według analiz GUS (Gospodarka materiałowa... 2019) krajowa gospodarka materiałowa w latach 2016–2019 charakteryzowała się wzrostową tendencją zużycia badanych materiałów, na co zasadniczy wpływ ma wielkość produkcji i importu oraz utrzymaniem wysokiego udziału importowanych materiałów w zużyciu krajowym. Struktura zużycia materiałów wskazuje, że największym ich odbiorcą jest przemysł, który zużywa 70–100% większości badanych materiałów**. Budownictwo jest głównym lub liczącym się odbiorcą m.in. cementu, wapna, papy, szyn, prętów i profili stalowych, rur stalowych, blach ocynkowanych, kabli i przewodów, niektórych wyrobów z aluminium oraz tworzyw sztucznych. Co ważne, w gospodarce materiałowej coraz większego znaczenia nabierają surowce i materiały pochodzące z odzysku. Wiele materiałów pochodzenia mineralnego (np. metale) i organicznego (np. kauczuk, drewno, papier) powraca do produkcji w postaci surowca wtórnego. Do ponownego wykorzystania odpadów (zarówno z procesów produkcyjnych, jak też pochodzących ze skupu) przywiązuje się coraz większe znaczenie ze względów ekologicznych i ekonomicznych. Jest to związane zarówno z ochroną środowiska naturalnego (ograniczenie emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczania wód), jak i ograniczaniem energochłonności produkcji, i pociąga za sobą wzrost wykorzystania odpadów będących źródłem tanich i proekologicznych surowców***. W latach 2016–2019 nastąpił wzrost pozyskania przez jed-

* Badane frakcje: 1) z aluminium, 2) ze stali, w tym z blachy stalowej, 3) z papieru i tektury, 4) ze szkła gospodarczego poza ampułkami, 5) z materiałów naturalnych (drewna i tekstyliów), 6) ogółem.

** Głównie przetwórstwo przemysłowe (Sekcja C wg PKD 2007).

*** Dotyczy to m.in. złomu i odpadów stalowych, metali nieżelaznych (miedzi, mosiądzu i brązu, aluminium, ołowiu, cynku i cyny). Pozyskiwanie metali z materiałów odpadowych jest mniej energochłonne niż ze źródeł pierwotnych. Odzysk metali jest oparty w dużym stopniu na pojazdach wycofanych z eksploatacji, zużytych bateriach i akumulatorach, zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym oraz odpadach komunalnych.

nostki produkcyjne i handlowe odpadów. Pod względem ilościowym najwięcej pozyskuje się odpadów stalowych i żeliwnych oraz odpadów z papieru i tektury. Duże rezerwy tkwią w możliwościach wykorzystania makulatury, która odpowiednio zbierana może pokryć krajowe zapotrzebowanie i być przedmiotem eksportu – w ostatnich latach obserwuje się dynamiczny wzrost pozyskania tego odpadu.

1.3. Zużycie energii, efektywność energetyczna

Zapotrzebowanie na energię w państwach członkowskich będzie w najbliższych dekadach stale się zwiększało. Wynika to z celu przyjętego przez UE, by uczynić Europę pierwszym neutralnym dla klimatu kontynentem, co wymusi m.in. elektryfikację gospodarki (IEA 2021). Gwarancje stałych dostaw energii stają się więc szczególnie istotne. Aby zapewnić utrzymanie co najmniej dotychczasowego poziomu produkcji i stworzyć warunki do dalszego zielonego wzrostu ekonomicznego, energia musi być łatwo osiągalna i tania, a system jej dostarczania odporny na krótko- i długotrwałe zakłócenia. Za wzrostem zapotrzebowania powinien iść także wzrost efektywności energetycznej, jednak w warunkach polskich ciągle nie jest on wystarczający.

Udział kosztów energii w kosztach przedsiębiorstw ogółem jest dużo wyższy niż mogłoby się wydawać. W najbardziej energochłonnych sektorach przemysłu wytwórczego waha się w przedziale 3–20%, ale w niektórych podsektorach może osiągać znacznie wyższy poziom, na przykład 40% w podsektorze aluminium pierwotnego, 31% w podsektorze cynku, 28% w podsektorze stopów żelaza i krzemu, 25% w podsektorze szkła płaskiego, 71% w podsektorze nawozów, 20% w podsektorze stali wtórnej wytwarzanej w piecu łukowym. Według analiz KE* koszty energii w latach 2010–2017 w sektorach przemysłu wytwórczego spadły o 13%. Działo się tak pomimo niewielkiego wzrostu cen oraz intensyfikacji działalności gospodarczej. Decydowały postęp technologiczny i związana z nim malejąca energochłonność sektorów. Spadek energochłonności sektorów wynikał z niższego zużycia energii na jednostkę produkcji oraz – w mniejszym stopniu – ze zmiany paliwa (z węgla na gaz i energię elektryczną) oraz z restrukturyzacji asortymentu produkcji (przejście na produkty o wysokiej wartości dodanej i niskiej energochłonności). Za ponad 40% popytu na energię w krajowej gospodarce odpowiada przemysł i budownictwo (Zużycie paliw... 2019), ale tempo wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną w przemyśle jest dużo wyższe niż w pozostałych sektorach (bp Energy Outlook: 2020 edition). Zatem poprawa efektywności energetycznej w przemyśle może przyspieszyć obniżanie energochłonności całej gospodarki oraz doprowadzić do obniżenia tempa wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną.

W kontekście zwiększania się ambitnych celów redukcji emisji w UE istnieje kilka branż, które mogą być zagrożone z powodu wzrostu jej ceny. Ze statystycznego punktu widzenia

* Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Ceny i koszty energii w Europie, Komisja Europejska.

(Rocznik Statystyczny... 2017), problem ten dotyczy w szczególności: produkcji koksu i rafinacji ropy naftowej, produkcji chemikaliów, metali, wyrobów z surowców mineralnych oraz produkcji papieru. UE również definiuje ten problem i wskazuje sektory narażone na ucieczkę emisji (*carbon leakage*). Należą do nich m.in.: produkcja aluminium, ołowiu, cynku i cyny, miedzi, papieru i tektury, nawozów sztucznych i związków azotowych, włókien chemicznych, włókien bawełnianych czy górnictwo rud metali.

Z ekonomicznego punktu widzenia spadek energochłonności powinien być związany ze wzrostem efektywności energetycznej, a nie ze zmianami strukturalnymi (np. zamykaniem branż).

Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych realizowane jest w UE poprzez dwa mechanizmy przypisane do różnych sektorów gospodarki: 1) system handlu emisjami realizowany na poziomie przedsiębiorstw (EU ETS) oraz 2) realizowane na poziomie krajowym ograniczenie emisji w sektorach nieobjętych systemem ETS (non-ETS). Do tego ostatniego wlicza się: transport, rolnictwo, budownictwo i sektor przemysłowy poza EU ETS.

System handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS) to system, o charakterze rynkowym, mający na celu ograniczenie emisji gazów cieplarnianych (https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_pl). Podmioty objęte tym systemem rozliczają ilość wyemitowanych gazów cieplarnianych, bilansując je uprawnieniami do emisji. Do systemu kwalifikują się instalacje, które należą do określonych sektorów lub spełniają zdefiniowane warunki progowe, ustanowione w dyrektywie 2003/87/WE. Liczba instalacji objętych systemem z roku na rok się zmienia (w Polsce ok. 800 instalacji) (<https://www.kobize.pl/pl/article/przydzialy-uprawnien-instalacje/id/353/informacja-ogolna>). O ile sam system EU ETS z założenia nie nakłada krajowych celów redukcyjnych, to wprowadza dodatkowe mechanizmy wymuszające redukcję emisji, działające na poziomie poszczególnych państw członkowskich. Systematyczne zmniejszanie puli uprawnień do emisji gazów cieplarnianych dostępnych na aukcji czy też zmniejszanie liczby darmowych uprawnień przydzielanych instalacjom objętym systemem, w połączeniu z rosnącymi kosztami uprawnień, wymusza podejmowanie przez jednostki uczestniczące w systemie działań prowadzących do redukcji emisji. W związku z tym konieczne jest podejmowanie działań modernizacyjnych w sektorach objętych EU ETS, zwłaszcza w elektroenergetyce i ciepłownictwie (<https://www.gov.pl/web/klimat/korzysci-z-unijnego-system-handlu-uprawnieniami-do-emisji>).

W strukturze emisji GHG Polski w sektorach non-ETS największy udział mają: gospodarstwa domowe, czyli tzw. sektor komunalno-bytowy (ok. 30%), sektor transportu (ok. 27%), sektor rolnictwa (ok. 15%). Z punktu widzenia wypełnienia celu ESR* (–7% do

* Cele *Effort Sharing Regulation* zostały wyznaczone w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/842 z dnia 30 maja 2018 r. w sprawie wiążących rocznych redukcji emisji gazów cieplarnianych przez państwa członkowskie od 2021 r. do 2030 r. przyczyniających się do działań na rzecz klimatu w celu wywiązania się z zobowiązań wynikających z Porozumienia paryskiego oraz zmieniające rozporządzenie (UE) nr 525/2013 (dotyczą one emisji gazów cieplarnianych pochodzących z kategorii źródeł IPCC obejmujących energię, procesy przemysłowe i użytkowanie produktów, rolnictwo oraz odpady).

2030 r.), kluczowymi sektorami dla poziomu emisji GHG będą sektory: transport, rolnictwo, budownictwo i sektor przemysłowy poza EU ETS (odpowiedzialny za ok. 8% emisji GC w non-ETS).

Redukcja emisji gazów cieplarnianych w Polsce jako cel strategiczny wspierana jest przez wykorzystywanie OZE oraz działania proefektywnościowe w energetyce. Polska dokonała znaczących redukcji całkowitych emisji gazów cieplarnianych w porównaniu do roku 1988. Należy zwrócić uwagę, że głęboka redukcja miała miejsce przed rokiem 2005: w okresie 1988–2005 nastąpił spadek o ok. 30%, zaś w okresie 1990–2005 spadek o ok. 15%. Od 2005 r. trend całkowitych emisji GHG można uznać za stabilny, oscylujący wokół wartości 400 mln ton CO₂ ekw. *.

W latach 2006–2015 następował stały wzrost ilości energii pozyskanej z OZE, trend ten odwrócił się w 2016 r. Czasowa stagnacja rozwoju OZE spowodowana była m.in. zmianą otoczenia regulacyjnego, związaną z wprowadzeniem ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (tzw. ustawa 10H) oraz wprowadzaniem nowego mechanizmu wsparcia w postaci aukcji. W 2019 r. wskaźnik udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto wyniósł w Polsce 12,2%.

Dane wskazują, iż Polska nie osiągnie minimalnego 15% celu OZE w końcowym zużyciu energii. Zaprezentowane wyniki obliczeń wskazują, że w 2020 r. udział OZE w zużyciu energii finalnej brutto wyniesie ok. 13,8%**.

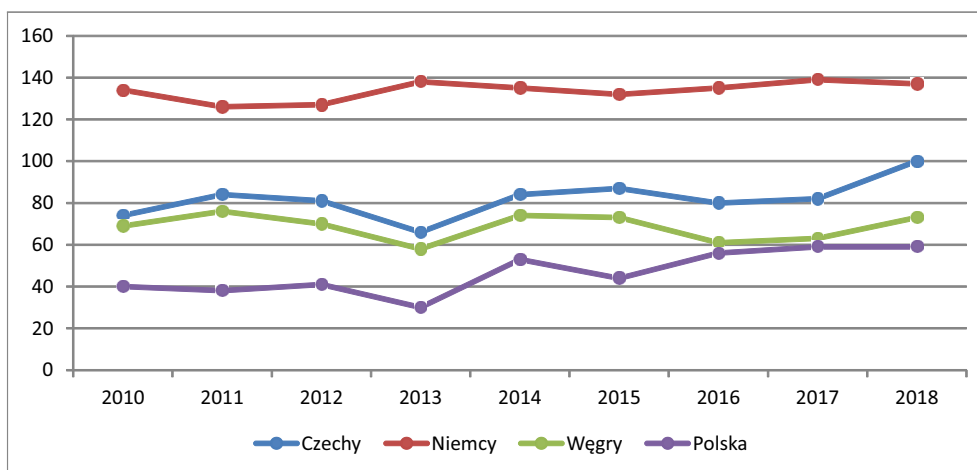
1.4. Ekoinnowacje

Ekoinnowacje są ściśle powiązane ze sposobem, w jaki wykorzystujemy zasoby naturalne oraz z tym, jak produkujemy i konsumujemy, a także z pojęciami efektywności i przemysłu ekologicznego. Sprzyjają one przejściu przedsiębiorstw produkcyjnych z technologii „końca rury” na rozwiązania „zamkniętego obiegu”, które minimalizują przepływ materiałów i energii dzięki zmienianiu produktów i metod produkcji, przynosząc przewagę konkurencyjną wielu przedsiębiorstwom i sektorom (<https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/ecoinnovation/pl.pdf>). W celu umożliwienia dokonywania porównań z zakresu ekoinnowacyjności opracowany został indeks ekoinnowacyjności tzw. *Eco-Innovation Scoreboard*. Porównuje on kompleksowo wyniki ekoinnowacji osiągnięte przez poszczególne kraje członkowskie UE-28 w odniesieniu do średniej unijnej (UE-28=100) (Wskaźniki zielonej gospodarki... 2020). Polska jest jednym z krajów o najniższym indeksie ekoinnowacyjności wśród państw Unii Europejskiej (rys. 4). W 2019 r. znalazła się ona na 24. pozycji w rankingu 28 krajów UE. Wraz z Bułgarią, Węgrami, Cyprzem, Rumunią, Słowacją, Chorwacją, Maltą, Estonią, Grecją i Litwą została zakwalifikowana do grupy krajów, które

* KPEIK (Krajowy Plan na rzecz Energii i Klimatu).

** Ocena skutków planowanych polityk i środków. Załącznik 2. do Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030.

nadrabiają zaległości w zakresie ekoinnowacji, osiągając wyniki na poziomie poniżej 85% średniej unijnej. Niekorzystna pozycja Polski w rankingu może wynikać z wielu czynników, m.in. barier finansowych po stronie przedsiębiorców i konsumentów, niedostatecznej ich świadomości, niewystarczających rządowych nakładów na działalność B+R. Wzrost ekoinnowacyjności ciągle stanowi wyzwanie dla Polski w kontekście wzmocnienia naszej pozycji konkurencyjnej oraz rozwoju.



Rys. 4. Wskaźnik ekoinnowacyjności – Polska na tle krajów UE (UE= 100)
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

By zwiększać poziom ekoinnowacyjności, konieczny jest rozwój nowatorskich energo- i materiałooszczędnych technologii wytwarzania, wykorzystujących w szczególności surowce odnawialne. Prowadzone działania muszą być zgodne z zasadą „3R” (*reduce – reuse – recycle*), mającą na celu zredukowanie ilości powstających odpadów przemysłowych, w tym zabezpieczenie i zagospodarowanie już powstałych, a także odzysk surowców zawartych w odpadach.

Kolejnym czynnikiem, który może wpłynąć na poprawę ekologicznych innowacji, mogą być zielone zamówienia publiczne. Stanowią one ważne narzędzie realizacji celów polityki ochrony środowiska odnoszących się do zmiany klimatu, wykorzystywania zasobów i zrównoważonej konsumpcji i produkcji – w szczególności biorąc pod uwagę znaczenie wydatków ponoszonych przez sektor publiczny na towary i usługi. Zielone zamówienia publiczne mogą być istotnym czynnikiem napędzającym innowacje, dostarczając sektorowi przemysłu realnych zachęt do tworzenia ekologicznych produktów i usług. Dotyczy to szczególnie sektorów, w których nabywcy publiczni mają duży udział w rynku (np. w sektorze budownictwa, usług zdrowotnych lub transportu). Takie podejście przekłada się na poprawę jakości środowiska, redukcję kosztów, promowanie innowacyjnych rozwiązań, poprawę warunków pracy, kontrolę nad przestrzeganiem prawa przez wykonawcę, a także przynosi korzyści wizerunkowe.

1.5. Ekoprojektowanie (ecodesign)

Wszystkie produkty mają wpływ na środowisko naturalne w czasie wszystkich etapów ich cyklu życia, tj. od wykorzystania surowców i zasobów naturalnych, poprzez produkcję, pakowanie, transport, użytkowanie, odzysk i recykling do ostatecznego unieszkodliwiania tych produktów. Ponad 80% wpływu na środowisko mają decyzje podejmowane już na etapie projektowania produktów.

Ekoprojektowanie polega na identyfikowaniu aspektów środowiskowych związanych z produktem i włączaniu ich do procesu projektowania już na pierwszym etapie. W tradycyjnym projektowaniu kluczową rolę pełnią takie aspekty, jak: funkcja, bezpieczeństwo, ergonomia, wytrzymałość, jakość czy koszty (Burchart-Korol 2010). Ekoprojektowanie natomiast wprowadza dodatkowe kryterium, jakim jest ocena danego produktu z punktu widzenia jego oddziaływania na środowisko (Janicka i Hewelke 2007). Ekoprojektowanie można wykorzystywać w projektowaniu nowych, jak również w doskonaleniu istniejących już produktów, usług czy procesów. Możliwości poprawy projektowania dotyczą pięciu obszarów (Charter 2018):

- projektowania potrzebnego przy pozyskaniu materiałów (waga i objętość produktu, wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu, udział surowców wtórnych);
- projektowania procesów produkcji (zużycie energii, wody; emisja do powietrza, wody i gleby; powstawanie odpadów);
- projektowania transportu i dystrybucji (optymalizacja zużycia paliwa czy minimalizacja wielkości i wagi produktu);
- projektowania użytkowego (zmniejszenie zużycia energii i wody potrzebnej do użytkowania produktu, zwiększenie dostępności części zamiennych, maksymalizowanie łatwości utrzymania, ponownego użycia i demontażu oraz łatwości recyklingu materiałowego);
- projektowania końca życia produktów (unikanie aspektów projektowych utrudniających recykling materiałów i redukcję ilości wytwarzanych odpadów).

Tradycyjne podejście do projektowania koncentruje się na produkcie finalnym. Idea ekoprojektowania ujmuje natomiast jego pełny cykl życia, począwszy od fazy koncepcyjnej aż do unieszkodliwienia po utracie właściwości funkcjonalnych (Lewandowska i Foltynowicz 2007).

W celu poprawy efektywności energetycznej oraz zmniejszenia oddziaływania na środowisko produktów, w tym urządzeń do użytku domowego oraz stosowanych w sektorach usług i przemysłu, wydano dyrektywę ramową 2005/32/WE ustanawiającą ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów wykorzystujących energię, którą zmieniono dyrektywą 2009/125/WE ustanawiającą ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią (<https://www.gov.pl/web/klimat/ekoprojekt>).

Komisja Europejska opracowała rozporządzenia wykonawcze zawierające wymagania dotyczące poszczególnych grup urządzeń. Rozporządzenia te są bezpośrednio stosowane we wszystkich państwach członkowskich UE od dnia ich wejścia w życie. Rozporządzenia

już obowiązujące dotyczą m.in.: komputerów i serwerów, kotłów na paliwa stałe, lodówek i szaf chłodniczych, miejscowych ogrzewaczy pomieszczeń, odkurzaczy, ogrzewaczy pomieszczeń i podgrzewaczy wody, oświetlenia, piekarników, płyt grzejnych i okapów nadkuchennych, pomp, pralek, produktów do ogrzewania i chłodzenia powietrznego, silników elektrycznych, suszarek bębnowych, telewizorów, transformatorów, wentylatorów i klimatyzatorów, zasilaczy, zmywarek.

Rozwojowi ekoprojektowania sprzyja wprowadzenie wielu rozwiązań w sferze legislacyjnej i organizacyjno-technicznej, zorientowanych wprost na proces wytwórczy lub na wyrób. Do najbardziej istotnych należy zaliczyć system zarządzania środowiskiem (EMAS), który prowadzi do minimalizowania szkodliwego oddziaływania na środowisko w sposób korzystny dla danego przedsiębiorstwa. W Polsce od 2006 r. liczba organizacji zarejestrowanych w systemie rośnie, ale w 2020 r. (64) stanowiła ona zaledwie 1,8% liczby tych organizacji w UE (<https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/ecoinnovation/pl.pdf>).

1.6. Dostęp do surowców dla gospodarki

Zrównoważony i trwały dostęp do surowców jest niezbędny dla funkcjonowania nowoczesnych społeczeństw i ich gospodarek, zapewniając bezpieczeństwo wynikające z postępu technologicznego. Dotychczasowe analizy (IRP 2020; World Bank 2018, 2020) przewidują, iż rozwój i wdrażanie zielonych rozwiązań, szczególnie w sektorach energetycznym, IT, motoryzacyjnym, lotniczym, kosmicznym i obronnym przyczyni się do jeszcze większego wzrostu zapotrzebowania (Tsiropoulos i in. 2018; OECD 2019; McKinsey Global Institute 2020; Alves Dias i in. 2018; Accenture 2020) i uzależnienia od dostępu do różnego rodzaju surowców (KPGM 2017; Chemical Pharmaceutical Generic Association (CPA) 2015), a szczególnie metali, tym bardziej, że globalny popyt spowodował już znaczący wzrost ich podaży sięgający poziomu 65 mld ton rocznie (IRP 2020).

Zabezpieczenie podaży surowców mineralnych w odpowiedzi na zapotrzebowanie gospodarki jest wyzwaniem dla projektowanej obecnie Polityki Surowcowej Państwa. W Polsce, już w 2014 r. (Założenia dla Planu... 2014), podjęto działania w kierunku ustalenia, które z nieenergetycznych surowców mineralnych mają kluczowe znaczenie dla przemysłu oraz w jakim stopniu ich zasoby i produkcja pokrywają zapotrzebowanie. W wyniku przeprowadzonych badań (Kulczycka red. 2015) ustalono 25 surowców mineralnych o kluczowym znaczeniu dla polskiego przemysłu, określając również stopień ich deficytowości. Ustalona po raz pierwszy w 2016 r. w Ministerstwie Rozwoju lista 25 surowców kluczowych dla polskiej gospodarki uwzględniała kryteria ich doboru na podstawie:

- głównych działów przemysłu, dla których określano zapotrzebowanie na surowce mineralne w perspektywie krótkoterminowej i długoterminowej;
- inwentaryzacji ilości dostarczanych surowców mineralnych ze źródeł pierwotnych i wtórnych;
- barier i ograniczeń w dostawie surowców mineralnych.

Surowce kluczowe miały spełniać następujące kryteria:

- w perspektywie krótkoterminowej – przyczynić się do rozwoju działów przemysłu wykazujących najwyższą wartość dodaną i dynamikę wzrostu;
- w perspektywie długoterminowej – być surowcami niezbędnymi zwłaszcza dla rozwoju działów przemysłu zidentyfikowanych w dokumentach rządowych jako istotne dla rozwoju innowacyjnych technologii;
- dostępność do nich może być problematyczna i wiąże się z ryzykiem.

Opracowanie dotyczyło jednak wyłącznie wybranych działów przemysłu, a nie całej gospodarki (obejmującej nie tylko cały przemysł, ale również usługi i rolnictwo). Ponadto, podczas prac zidentyfikowano potrzebę wykonania pogłębionych analiz i weryfikacji dotyczącej jednoznacznego definiowania zużycia.

Zasadnicze znaczenie w identyfikacji zapotrzebowania na surowce w gospodarce ma również fakt, iż dany surowiec zużywany może być także w importowanych półproduktach lub podzespołach*, które są montowane w polskich zakładach. Statystyki nie uwzględniają zużycia i przepływu materiałów pochodzących z importu. Nie odnotowują one także zużycia konkretnych surowców mineralnych w wytwarzaniu poszczególnych produktów finalnych.

Ponadto, w Polsce nie opracowano do tej pory metodyki i narzędzi do obliczania, monitorowania i weryfikacji ilości i jakości surowców, materiałów i substancji wtórnych odzyskiwanych z różnego typu odpadów. Zadanie to wymaga zmian w obecnie obowiązujących regulacjach prawnych. Obecnie dostępne statystyki z zakresu gospodarki odpadami obejmują informacje (<http://form.stat.gov.pl/formaty/badanie.php?rok-pbssp=2019&bid=9>) dotyczące:

- zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego, w przekrojach: kraj, rodzaj odpadu;
- odpadów opakowaniowych, olejów odpadowych, zużytych opon, w przekrojach: kraj, województwo, rodzaj odpadu;
- baterii i akumulatorów, w przekrojach: kraj, rodzaj odpadu;
- pojazdów wycofanych z eksploatacji, w przekrojach: kraj, rodzaj odpadu;
- importu, eksportu i tranzytu odpadów, w przekrojach: kraj, kraj odbioru, kraj wysyłki;
- odpadów przemysłowych i innych produkcyjnych wytworzonych, poddanych odzyskowi, unieszkodliwionych, magazynowanych czasowo, nagromadzonych (składowanych) dotychczas na składowiskach i obiektach unieszkodliwiania odpadów

* W ciągu ostatnich dziesięcioleci procesy produkcyjne i łańcuchy dostaw stają się coraz bardziej wzajemnie powiązane między krajami i kontynentami. Czynniki wyjaśniające ciągłą integrację globalnych łańcuchów wartości (GVC) obejmują m.in. redukcję kosztów, większą otwartość rynku (niższe bariery taryfowe i pozataryfowe), zmiany w otoczeniu politycznym, a także liczne innowacje technologiczne. GVC umożliwiają przedsiębiorstwom poprawę ich pozycji rynkowej poprzez strategie delokalizacji i generowanie korzyści z bardziej wydajnego procesu produkcji (w tym w niektórych przypadkach niższe ceny dla konsumentów końcowych) oraz pomagają przedsiębiorstwom zmniejszyć ryzyko. Globalne łańcuchy wartości są wysoce efektywne z punktu widzenia kosztów, wzrostu gospodarczego i dywersyfikacji, ale mogą również wiązać się z podatnością na zewnętrzne wstrząsy popytowe i podażowe.

wydobywczyc (w tym hałdach, stawach osadowych) własnych oraz powierzchni składowisk i obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczyc (w tym hałd, stawów osadowych), w przekrojach: kraj, makroregiony, regiony, podregiony, województwa, powiaty, gminy, uzdrowiska, miasta, rodzaje odpadów, PKD.

Według najnowszych analiz GUS (<https://raportsdg.stat.gov.pl/2020/cel12.html>) w Polsce jedynie ok. 10% materiałów zużywanych rocznie w procesach produkcyjnych stanowią te, które zostały odzyskane i wprowadzone powtórnie do obiegu gospodarki. Średnio w UE odsetek ten jest nieco wyższy i wynosi ok. 12%. Wśród krajów UE największy udział powtórnego wykorzystania materiałów w ich zużyciu ogółem notuje Holandia (30%), a najmniejszy Irlandia (2%).

Obecnie prowadzone badania (Kulczycka 2020) wskazują na konieczność zebrania danych koniecznych do dokumentowania wskaźników takich jak:

- wskaźnik śladu węglowego,
- wskaźnik ilości wytworzonych produktów ubocznych,
- wskaźnik ilości zużycia surowców krytycznych w odniesieniu do wielkości przychodów,
- wskaźnik oceny cyklu życia (LCA).

Podsumowanie

Stopniowe, ale nieodwracalne przejście na zrównoważony system gospodarczy, jest nieodzowną częścią nowej strategii przemysłowej UE. Szacuje się, że zastosowanie zasad GOZ w całej gospodarce UE może przyczynić się do zwiększenia unijnego PKB o dodatkowe 0,5% do 2030 r. oraz stworzenia około 700 000 nowych miejsc pracy (COM (2020)). Również w przypadku pojedynczych przedsiębiorstw istnieje wyraźne uzasadnienie biznesowe, gdyż przedsiębiorstwa produkcyjne w UE wydają średnio około 40% środków na materiały, więc modele obiegu zamkniętego mogą zwiększyć ich rentowność, a jednocześnie chronić je przed wahaniami cen zasobów. Coraz szybciej postępująca cyfryzacja również może przyczynić się do dematerializacji naszej gospodarki i coraz mniejszego uzależnienia od materiałów pierwotnych.

Udane wdrożenie GOZ i zwiększanie produktywności gospodarki będzie zależało w pierwszej kolejności od świadomości i otwartości na wyzwania cywilizacyjne przyszłości. Istotna w tym zakresie jest edukacja ekologiczna i odpadowa. Wysiłki na nic się zdadzą bez aktywnego i właściwie postępującego z zasobami i odpadami konsumenta. Kluczowa jest zmiana postrzegania wykorzystanych produktów – nie jako odpadów, ale jako surowców/zasobów.

Przed przedsiębiorcami stoi wiele zadań: projektowanie nastawione na wydłużenie cyklu życia produktu, zmiana podejścia do surowców wtórnych, wykorzystywanie certyfikowanych surowców, przystosowanie się do zmian klimatycznych, uwzględnienie śladu środowiskowego, poszukiwanie innowacji, otwarcie się na nowe materiały, tech-

nologii, zwiększenie efektywności energetycznej i utrzymanie konkurencyjności. Polska musi podążać w kierunku neutralności klimatycznej, by udało się stworzyć nowoczesną gospodarkę.

Literatura

- Accenture (2020) Semiconductor Companies: Business Resilience in the Wake of COVID-19 A guide to the disruptive impacts & practical actions for semiconductor companies to take, retrieved from https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-126/Accenture-High-Tech-Covid-19-SEMICONDUCTOR-Final.pdf.
- Adamczyk, P. 2008. Produktowność czynników wytwórczych w przemyśle spożywczym w Polsce. Zeszyty Naukowe SGGW – Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej, nr 71.
- Alves Dias i in. 2018 – Alves Dias, P., Blagoeva, D., Pavel, C. i Arvanitidis, N. 2018. Cobalt: demand-supply balances in the transition to electric mobility; https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC112285/jrc112285_cobalt.pdf.
- bp Energy Outlook: 2020 edition. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2020.pdf>.
- Burchart-Korol, D. 2010. Ekoprojektowanie – holistyczne podejście do projektowania. [W:] Problemy Ekologii, t. 14, nr 3, s. 116–120.
- Charter, M. 2018. Designing for the Circular Economy. Wyd. Routledge.
- Chemical Pharmaceutical Generic Association (CPA) Report: Competition in the World API markets, 2015.
- Chrzanowski, Z. i Masłowski, D. 2014. Zagospodarowanie ubocznych produktów spalania w Polsce. Materiały budowlane nr 12 (508).
- COM (2020) 98. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Nowy plan działania dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym Na rzecz czystszej i bardziej konkurencyjnej Europy COM/2020/98 final.
- Diagnoza do Strategii Produktowności 2030; <https://www.gov.pl/web/ia/strategia-produktywnosci-2030-sp2030>.
- Efektywność wykorzystania energii w latach 2008–2018. GUS, Warszawa.
- Ekonomiczne aspekty ochrony środowiska 2020. GUS, Warszawa.
- Emmerson and University of Cambridge 2018.
- Global Resources Outlook 2019, UNEP Resource Panel.
- Godlewska-Majkowska i in. 2016 – Godlewska-Majkowska, H., Skrzypek, E. i Płonka, M. 2016. Przewaga konkurencyjna w przedsiębiorstwie. Sektor – Wiedza – Przestrzeń. Warszawa.
- Gospodarka materiałowa w 2019 r. GUS, Warszawa.
- <http://form.stat.gov.pl/formaty/badanie.php?rok-pbssp=2019&bid=9>.
- https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_pl.
- <https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/ecoinnovation/pl.pdf>.
- <https://media.tauron.pl/pr/652557/najnowocześniejszy-blok-weglowy-w-polsce-bez-odpadow-paleniskowych>.
- <https://raportsdg.stat.gov.pl/2020/cel12.html>.
- https://sdg.gov.pl/statistics_glob/8-4-1/.
- <https://www.gov.pl/web/klimat/ekoprojekt>.
- <https://www.gov.pl/web/klimat/korzysci-z-unijnego-system-handlu-uprawnieniami-do-emisji>.
- <https://www.kobize.pl/pl/article/przydzialy-uprawnien-instalacje/id/353/informacja-ogolna>.
- IEA 2021. Global Energy Review 2021, IEA, Paris; <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021>.
- IRP 2020. Mineral Resource Governance in the 21st Century: Gearing extractive industries towards sustainable development. UNEP, Kenya.
- IRP 2020. Mineral Resource Governance in the 21st Century; Global Environmental Outlook GEO-6: Healthy Planet, Healthy People. UNEP.

- Janicka, M. i Hewelke, P. 2007. Ekoprojektownie jako ważne narzędzie ochrony środowiska na przykładzie sprzętu elektrycznego i elektronicznego. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* t. 16, nr 4, s. 29–38.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Nowy plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym na rzecz czystszej i bardziej konkurencyjnej Europy.” COM (2020) 98.
- Komunikat Komisji Europejski „Zielony Ład”. COM (2019) 640 final.
- Kosieradzka, A. 2012. Zarządzanie produktywnością w przedsiębiorstwie. Warszawa.
- Kozioł, L. 2004. Istota i ocena produktywności. *Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie* nr 5, s. 63–73.
- KPGM: Indian bulk drugs industry – Regaining the lost glory, 2017; <http://ciipharma.in/pdf/API-Report-2017.pdf>.
- Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030.
- Kulczycka J. red. 2015. Identyfikacja surowców kluczowych dla polskiej gospodarki. IGSMiE PAN, Kraków, opracowanie na zlecenie Ministerstwa Gospodarki.
- Kulczycka J. red. 2016. Surowce kluczowe dla polskiej gospodarki. Wyd. IGSMiE PAN: Kraków.
- Kulczycka J. red. 2019. Gospodarka o obiegu zamkniętym w polityce i badaniach naukowych. Wyd. IGSMiE PAN: Kraków.
- Kulczycka J. red. 2020. Wskaźniki monitorowania gospodarki o obiegu zamkniętym. Wyd. IGSMiE PAN: Kraków.
- Lewandowska, A. i Foltynowicz, Z. 2007. Ekoprojektowanie nowoczesnym trendem w opakownictwie. *Zeszyty Naukowe, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu* nr 93, s. 78–86.
- Mapa drogowa transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym, 2019.
- McKinsey Global Institute, Risk resilience and rebalancing in global value chains, 2020; <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/risk-resilience-and-rebalancing-in-global-value-chains>.
- Nowaczek i in. 2020 – Nowaczek, A., Kulczycka, J. i Bączyk, A. 2020 Propozycja wskaźników pomiaru transformacji gospodarki polskiej w kierunku GOZ. [W:] Kulczycka J. (red) 2020. Wskaźniki monitorowania gospodarki o obiegu zamkniętym, Kraków.
- Ocena zapotrzebowania na wsparcie przedsiębiorstw w zakresie gospodarki o obiegu zamkniętym (circular economy), PARP, 2020; <https://www.parp.gov.pl/component/publications/publication/ocena-zapotrzebowania-na-wsparcie-przedsiębiorstw-w-zakresie-gospodarki-o-obiegu-zamkniętym-circular-economy>.
- Ochrona Środowiska 2020. GUS, Warszawa.
- Ochrona Środowiska w 2018 r. GUS, Warszawa.
- Ochrona Środowiska w 2019 r. GUS, Warszawa.
- OECD, Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences (OECD Publishing, Paris), 2019; DOI: 10.1787/9789264307452-en.
- Piętowska- Laska, R. 2012. Doskonalenie produktywności we współczesnych przedsiębiorstwach. *Ekonomia i Zarządzanie* nr 2.
- Polska na drodze zrównoważonego rozwoju. Raport 2020. GUS; <https://raportsdg.stat.gov.pl/2020/cel12.html>.
- Rocznik Statystyczny Przemysłu 2017. GUS, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 grudnia 2009 r. w sprawie rocznych poziomów zbierania zużytych baterii przenośnych i zużytych akumulatorów przenośnych (Dz.U. 2009, nr 215, poz. 1671).
- Samuelson, P.A. i Nordhaus, W.D. 2012. *Ekonomia*. Poznań: Dom Wydawniczy REBIS, s. 509–510.
- Siński, W. 2016. Produktywność jako czynnik wzrostu gospodarczego w Polsce, Czechach i na Słowacji w okresie 2004–2013. *Zeszyty Naukowe Polskiego Towarzystwa Ekonomicznego w Zielonej Górze* nr 4, s. 239–253.
- Tomaszewicz, M. i Zuwała, J. 2015. Wykorzystanie ubocznych produktów spalania paliw stałych jako surowca do propantów na potrzeby wydobywania gazu z łupków. *Przemysł Chemiczny* t. 94, nr 4.
- Tsiropoulos i in. 2018 – Tsiropoulos, I., Tarvydas, D. i Lebedeva, N. 2018. Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications. Scenarios for costs and market growth. JRC Science for Policy report and references therein.
- Wijkman, A. i Skanberg, K. 2016. Korzyści społeczne z gospodarki o obiegu zamkniętym. Raport z badania zamówionego przez Klub Rzymski ze wsparciem z Fundacji MAVA.

- World Bank 2018. Mineral Demand Analysis of Energy Technologies Based on IEA ETP 2017 Scenarios. USA.
- World Bank 2020. Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition. USA.
- Woźniak L., Strojny J., Wojnicka E. 2010. Jak budować przewagę konkurencyjną dzięki ekoinnowacyjności? PARP. Wskaźniki zielonej gospodarki w Polsce 2020. GUS, Warszawa.
- Zamknięty obieg – otwarte możliwości. Perspektywy rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym w Polsce. Deloitte, Warszawa 2018.
- Założenia dla Planu działań na rzecz bezpieczeństwa Polski w zakresie surowców nieenergetycznych. Ministerstwo Gospodarki 2014, Warszawa.
- Zużycie paliw i nośników energii w 2019 r. GUS, Warszawa.
- Źródła i perspektywy wzrostu produktywności w Polsce. Instytut Badań Strukturalnych. Warszawa 2006.

MARNOWANIE ŻYWNOŚCI A GOSPODARKA O OBIEGU ZAMKNIĘTYM

Stanisław JAROSZ

Mateusz MALINOWSKI

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Polska

Jakub GŁOWACKI

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Polska

Klaudia TOMASZEK

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Polska

Magdalena D. VAVERKOVA

Alžbeta MAXIANOVA

Mendel University in Brno, Republika Czeska

Wprowadzenie

Żywność ma ogromne znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania wszystkich żywych organizmów na świecie, a w sposób szczególny jest istotna dla zaspokajania podstawowej potrzeby egzystencjalnej człowieka – głodu fizjologicznego. Pomimo rozwoju technologii i wdrażania innowacji, także w sektorze rolnictwa i przetwórstwa rolno-spożywczego (PRS), wciąż około 1 miliard ludzi na świecie cierpi z powodu niedożywienia lub jest źle odżywionych (Sokołowski 2019). Na ten stan rzeczy ma wpływ wiele czynników, takich jak problemy w zakresie zapewnienia wystarczającej ilości wody, niesprzyjające uwarunkowania klimatyczne (susze i powodzie), mała powierzchnia ziemi uprawnej przypadającej na osobę czy też zanieczyszczenie środowiska naturalnego metalami ciężkimi i substancjami ropopochodnymi (Wojciechowski 2005). Zjawisko głodu jest obecne także w krajach, w których pomimo prężnie rozwijającej się gospodarki, coraz bardziej uwidaczniają się podziały społeczne. Przykładem takiego kraju są Indie (Zagróda-Jonszata 2007). Z drugiej strony, w wielu wysoko rozwiniętych państwach pojawia się problem marnotrawienia żywności, powodowany między innymi przez złe planowanie zakupów, produkcję przekraczającą potrzeby oraz nieefektywne procesy produkcyjne, w których znaczna ilość żywności jest tracona. Każdego roku na całej

kuli ziemskiej marnuje się około 1/3 ilości wytworzonej żywności zdatnej do spożycia, czyli około 1,3 mld ton pożywienia (Kołożyn-Krajewska i in. 2014), co wystarczyłoby do zapewnienia pożywienia dla 2 mld ludzi. W samej Unii Europejskiej (UE) marnuje się około 89 mln ton żywności rocznie (Sokołowski 2019). Statystycznie każdy obywatel UE marnuje rocznie około 180 kg jedzenia, z czego największy udział w tym zestawieniu dotyczy gospodarstw domowych (37,5%). Aby przeciwdziałać marnotrawieniu żywności, Parlament Europejski postanowił utworzyć Komisję, której głównym zadaniem jest opracowanie kompleksowego programu, regulacji i planu działania odnoszącego się właśnie do problemu marnotrawienia żywności (Sokołowski 2019). Jednym z narzędzi, regulującym kwestię ponownego wykorzystania żywności, minimalizacji odpadów przy jej produkcji oraz recyklingu lub odzysku jest model GOZ, który ma zostać w pełni wdrożony w krajach UE do 2030 r. Głównym celem niniejszego rozdziału jest przedstawienie problematyki marnowania żywności z perspektywy aktualnych badań krajowych i zagranicznych, jak również zaproponowanie systemu wskaźników, który może mierzyć postęp transformacji w kierunku GOZ w zakresie ograniczania marnotrawstwa żywności. Tekst jest uzupełniony analizą porównawczą zachowań studentów z Polski oraz Republiki Czeskiej w zakresie postępowania z odpadami spożywczymi. Dane do przeprowadzenia tej analizy zostały zebrane za pomocą kwestionariusza ankietowego dotyczącego postaw losowo wybranych przedstawicieli młodego społeczeństwa (studentów) w zakresie postępowania z odpadami spożywczymi.

1. Przegląd literatury

Koncepcja GOZ w zakresie marnowania żywności obejmuje przeciwdziałanie emisji odpadów zarówno na etapach jej produkcji (czyli dotyczy odpadów wytwarzanych w procesie przygotowania żywności np. w zakładach PRS), jak i powstałych w wyniku dystrybucji (np. w placówkach handlowych) oraz odpadów żywności pochodzących od zwykłych konsumentów z gospodarstw domowych. Jest to łańcuch żywnościowy, w którym straty ponoszone są wzdłuż tzw. linii od pola do stołu (Stępień i Dobrowolski 2017).

Największym udziałem w strukturze wytwarzania odpadów żywności w Polsce cechują się zakłady PRS (39%) oraz gospodarstwa domowe (42%). Usługi żywieniowe (gastronomiczne) odpowiadają za produkcję 14% odpadów żywności (Wrzosek i in. 2017). Odpady żywności stanowią zarówno efekt strat na etapie produkcji rolnej w wyniku stosowanych zabiegów przy zbiorach, transporcie i przechowywaniu (Niedek i in. 2019), jak również pochodzą z procesów przetwórstwa, takich jak uszkodzenie opakowań, nadprodukcja, dynamiczna sytuacja rynkowa, błędy w procesie pakowania i etykietowania. Odpady żywności generowane są również w gospodarstwach domowych, np. w wyniku przekroczenia terminów przydatności lub w wyniku niewłaściwego przechowywania i niedostosowania liczby zakupionych towarów do potrzeb konsumenta (Bilska in. 2015).

Jednym z głównych sposobów wykorzystania nadwyżek żywności i przeciwdziałania jej marnotrawieniu zgodnie z zasadami GOZ jest wykorzystanie tzw. banków żywności. Są to

organizacje publiczne, które pośredniczą w przekazywaniu żywności oddanej przez darczyńców do osób potrzebujących. Często organizacje te są uzupełnieniem, a nawet zastąpieniem pomocy, którą powinno oferować państwo. W Europie banki żywności z poszczególnych krajów utworzyły Europejską Federację Banków Żywności (FEBA), która nadzoruje działania tego typu banków oraz zajmuje się propagowaniem dobrych praktyk wśród Banków należących do tej organizacji (Wielicka-Regulska i in. 2018). W Polsce do roku 2018 utworzono 31 banków żywności, które swoim zasięgiem obejmują całe terytorium kraju (www.bankizywnosci.pl). Do głównych celów Federacji Polskich Banków Żywności należy poszukiwanie źródeł pozyskania oraz zdobywania żywności, która jest wyprodukowana w nadmiarze i jak najszybsze jej dostarczenie do potrzebujących lub do organizacji zajmujących się świadczeniem pomocy (Bednarczuk i in. 2019). W 2019 r. banki żywności przekazały 67 000 ton żywności, obejmując tym samym pomocą 1,6 mln. osób potrzebujących (dzięki takiej ilości żywności mogło powstać ponad 100 mln posiłków) (www.bankizywnosci.pl). Federacja bardzo aktywnie uczestniczyła w pracach nad ustawą o zapobieganiu marnowania żywności, nad którą prace prowadzone były od 2016 r. (Banki Żywności 2018). 18 września 2019 r. weszła w życie ustawa o obowiązku przekazywania przez sklepy niesprzedanych, lecz dobrych jakościowo produktów spożywczych organizacjom charytatywnym (Dz.U. 2019, poz. 1680.). Od 18 lutego 2020 r. sklepy o powierzchni powyżej 400 m² powinny oddawać dobre jakościowo produkty do organizacji (np. do Banku Żywności), natomiast od września 2021 r. sklepy mające powierzchnię powyżej 250 m² również będą musiały zastosować się do wyżej wymienionego zadania. Jeśli sklep nie wywiąże się z tej czynności, będzie musiał ponieść opłatę w wysokości 10 gr za każdy kilogram zmarnowanej żywności. Współpraca między placówką handlową a organizacją charytatywną ma odbywać się na zasadzie zawartej umowy (Ustawa o żywności 2019).

Innymi sposobami przekazywania żywności są tzw. jadłodzielnie, czyli lodówki lub szafki umieszczone w miejscu ogólnodostępnym, gdzie ludzie mogą zarówno pozostawiać żywność, której mają za dużo, jak i częstować się tym, co pozostawili inni (www.makeitabetterplace.eu). Pomysł został oparty na niemieckiej idei dzielenia się żywnością tzw. *foodsharing*. Inicjatywa ta na szeroką skalę łączy wolontariuszy oraz przedsiębiorców we wspólnym celu ograniczenia marnowania żywności i bezpłatnym przekazywaniu żywności potrzebującym (www.foodsharing.de).

Kolejnym sposobem wykorzystania żywności w myśl zasad GOZ jest wytwarzanie biogazu, czyli uzyskanie energii w postaci gazu powstałego w procesie fermentacji metabolicznej. Głównym składnikiem tej mieszaniny jest metan mający zastosowanie jako paliwo w wytwarzaniu energii elektrycznej oraz ciepłej (Pilarska i in. 2014). W instalacjach tych stosuje się różnego rodzaju wsady organiczne i odpady ulegające biodegradacji (uzysk energii z procesu fermentacji uzależniony jest od wielu czynników). Aby jak najdokładniej określić potencjał produkcji metanu z substratu, wymagana jest znajomość podstawowej suchej masy oraz masy organicznej wykorzystanych substratów (Pazera i in. 2015). Najlepszymi dostawcami materiałów dla biogazowni są sektory przetwórstwa spożywczego oraz produkcji rolniczej (Cukrowski i in. 2012) W sektorze przetwórstwa spożywczego możemy

wyróżnić między innymi odpady takie jak pozostałości z przetwórstwa owocowego (np. wyluki z jabłek), z których można uzyskać 203,64 m³ biogazu z każdego 1 Mg świeżej substancji, z czego 101,36 m³/Mg świeżej substancji stanowi metan (Pilarska i in. 2014). Dzięki wysokiej wartości energetycznej do procesu uzysku energetycznego nadają się również odpady z gorzelnii, browarów, mleczarni, rzeźni i ubojni, cukrowni oraz cała przeterminowana żywność. W 2017 r. w rejestrze Prezesa Agencji Rynku Rolnego (ARR) wpisanych było 95 biogazowni rolniczych o łącznej wydajności wynoszącej 378,3 mln m³/rok i mocy 101 MW (Gradziuk 2017). Natomiast w 2020 r. było to odpowiednio 99 instalacji o łącznej wydajności 478,4 mln m³/rok i mocy 117,888 MW (Ośrodek Wsparcia Rolnictwa 2020).

Jednym z najważniejszych celów GOZ jest zapobieganie powstawaniu odpadów spożywczych i przeciwdziałanie marnowaniu żywności. Aby wdrożenie modelu GOZ w tym zakresie było możliwe, potrzebna jest wysoka świadomość społeczna problematyki właściwego postępowania z odpadami spożywczymi (głównie wśród konsumentów). Zachowania i styl życia stanowią bowiem główną rolę w osiągnięciu celów zrównoważonego rozwoju w tym celów GOZ. Podjęty w niniejszym rozdziale problem stanowi próbę odpowiedzi na następujące pytanie: jaki odsetek losowo wybranych studentów z Polski i Republiki Czeskiej postępuje zgodnie z zasadami GOZ w zakresie ograniczenia marnotrawienia żywności? Badana grupa za 10 lat będzie kształtować system GOZ w swoich krajach, będzie z nim związana w każdym aspekcie życia, w domu i w pracy. Stąd istotne z poznawczego punktu widzenia jest analiza ich dzisiejszych postaw w zakresie postępowania z odpadami spożywczymi.

Schanes i in. (2018) dokonał klasyfikacji działań publicznych, które mogą wspierać politykę ograniczania zjawiska marnowania żywności. Są to zachęty ekonomiczne, regulacje prawne oraz informacja i edukacja. Do zachęt ekonomicznych można zaliczyć takie instrumenty jak opłaty, podatki i dotacje. Są one uważane za skuteczne narzędzie zmiany wzorców konsumpcji w kierunku bardziej zrównoważonych praktyk żywnościowych (Reisch i in. 2013). Jednym z przykładów jest system opłat oparty na wolumenie lub wadze (ang. *Pay-As-You-Throw* – PAYT), który funkcjonuje m.in. w Stanach Zjednoczonych, Szwecji, Kanadzie, Japonii, Tajwanie, Korei, Tajlandii, Wietnamie i Chinach (UNEP 2014). W tych krajach pobieranie opłat od gospodarstw domowych za ilość odpadów spożywczych okazało się skutecznym sposobem ograniczania marnowania żywności (Chalak i in. 2016). Innym przykładem może być subsydiowanie stołówek w miejscu pracy lub obiadów szkolnych. Ten instrument, poprzez zachęcanie do spożywania głównego posiłku poza domem, uwalnia pewną presję czasową i ogranicza rutynę kupowania zbyt dużych ilości żywności (Evans 2014).

Podejście regulacyjne ma na celu skłonienie do ograniczania odpadów żywnościowych i prowadzenia odpowiednich działań zapobiegawczych poprzez stosowanie kar dla podmiotów, które nie przestrzegają przepisów w tym zakresie. Liderami w zakresie stosowania tego typu narzędzi są takie kraje jak Francja, Włochy, Belgia czy Holandia. Przykładem jest Narodowy Pakt Przeciwko Marnotrawieniu Żywności we Francji, który określa jedenaście środków mających na celu ograniczenie marnotrawienia żywności o 50% do 2025 r. (Mourad 2015). Jednym z potencjalnych instrumentów regulacyjnych jest również przegląd i eliminacja niepotrzebnych norm bezpieczeństwa żywności, które prowadzą do wysokich

wskaźników marnotrawienia żywności. W porównaniu z bodźcami fiskalnymi i ekonomicznymi, dobrze zdefiniowane regulacje wydają się być skuteczniejszym narzędziem w walce z wytwarzaniem odpadów spożywczych w gospodarstwach domowych (Chalakov i in. 2016).

Ostatnim – choć być może najważniejszym – ogniwem, który wspiera walkę z marnowaniem żywności, jest informacja i edukacja. Kampanie informacyjne to jedno z najbardziej rozpowszechnionych narzędzi wykorzystywanych do zapobiegania i ograniczania marnotrawienia żywności (Priester i in. 2016). Jedną z bardziej udanych kampanii tego typu została przeprowadzona w Wielkiej Brytanii (*Love Food Hate Waste*). Jej twórcy deklarują, że akcja pomogła zapobiec 137 000 ton zmarnowania żywności od 2007 r. (WRAP 2012a). Aby inicjatywy informacyjne były skuteczne, muszą w szczególności uwzględniać konkretne deficyty wiedzy, które prowadzą do złych praktyk. Na przykład w odniesieniu do przechowywania żywności istnieje potrzeba pomocy konsumentom w budowaniu wiedzy i umiejętności w zakresie przechowywania żywności i strategii zamrażania (WRAP 2012b, 2017). Ponadto ważne jest podawanie informacji o okresie przydatności do spożycia (Farr-Wharton i in. 2014; Jörissen i in. 2015). Badania dotyczące form przekazywania informacji o dobrych praktykach w zakresie ograniczenia marnowania żywności (Qi i Roe 2016; Tucker i Farrelly 2015) pokazują, że ulotki, poczta pantoflowa oraz programy telewizyjne lub filmy są szczególnie skutecznymi sposobami dostarczania takich informacji.

Jak wynika z badań, marnowanie żywności ma również niebagatelny wpływ na kwestie środowiskowe, w tym ocieplenie klimatu. Podstawowa produkcja żywności wymaga bowiem użycia zasobów takich jak paliwo, woda czy nawozy. Głównym źródłem wpływu produkcji żywności na środowisko są procesy rolnicze, takie jak stosowanie nawozów oraz hodowla zwierząt. Hodowla zwierząt powoduje znaczne emisje do środowiska w postaci metanu pochodzącego z fermentacji jelitowej przeżuwaczy. Stosowanie nawozów sztucznych powoduje natomiast bezpośrednią emisję podtlenku azotu z procesów glebowych. Obie emisje przyczyniają się do zmiany klimatu, podobnie jak emisje związane z wykorzystaniem energii na potrzeby transportu, przechowywania i gotowania żywności. Ponadto w wyniku stosowania nawozów w glebach po procesie denitryfikacji uwalniany jest amoniak oraz tlenki azotu, co przyczynia się do zakwaszenia i eutrofizacji (Scherhauer i in. 2018).

2. Marnowanie żywności – wyniki badań w projekcie „GOSPOSTRATEG – otoGOZ”

W projekcie „GOSPOSTRATEG oto-GOZ”^{*} zaproponowane zostały określone wskaźniki dla obszaru „Zrównoważona konsumpcja”, który w głównej mierze dotyczy problemu marnowania żywności. Wypracowane wskaźniki podzielono na istniejące (tzn. takie, do których dane są na bieżąco zbierane, tab. 1) oraz postulatywne (które nie są póki co zasilane danymi, tab. 2).

^{*} Projekt pt. „Ocena postępu transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym oraz jej wpływu na rozwój społeczno-gospodarczy kraju”.

Tabela 1. Wskaźniki istniejące w obszarze zapobiegania marnowaniu żywności

Nazwa wskaźnika	Metoda obliczania
Wskaźnik nagromadzenia odpadów komunalnych	masa odpadów komunalnych w przeliczeniu na 1 osobę
Wskaźnik odpadowości	masa wytworzonych odpadów komunalnych w odniesieniu do krajowej konsumpcji towarów (surowców)
Efektywność segregacji	udział odpadów komunalnych zebranych selektywnie w relacji do całkowitej masy odebranych odpadów komunalnych
Poziom recyklingu	iloraz masy wszystkich odpadów komunalnych poddanych recyklingowi (w tym ponownemu użyciu) i całkowitej masy odebranych odpadów komunalnych
Udział odpadów deponowanych na składowiskach	masa odpadów komunalnych przekazanych na składowisko (w tym po przetworzeniu) w stosunku do całkowitej masy odebranych odpadów komunalnych

Źródło: opracowanie własne

Tabela 2. Wskaźniki postulatywne w obszarze zapobiegania marnowaniu żywności

Nazwa wskaźnika	Metoda obliczania
Wskaźnik marnotrawienia żywności w gospodarstwach domowych	odsetek masy wyrzucanej żywności (nadającej się i nienadającej się do spożycia) w strukturze morfologicznej wytwarzanych odpadów komunalnych
Marnotrawiona żywność per capita	masa wyrzucanej żywności w odniesieniu do masy lub wartości zakupionej żywności przez gospodarstwo domowe
Udział gospodarstw domowych kompostujących odpady żywnościowe	udział gospodarstw domowych deklarujących kompostowanie odpadów żywnościowych
Masa żywności nadającej się do spożycia przekazana potrzebującym	masa żywności przekazana OPP np. Bankom żywności przez organizacje, sieci handlowe i przedsiębiorców
Wskaźnik wykorzystania odpadów żywnościowych w procesach odzysku, w tym w energetyce	udział masy odebranych odpadów żywnościowych (z gospodarstw domowych) przekazanych do procesów odzysku (biologicznego i mechanicznego) w całkowitej masie wytworzonych odpadów żywnościowych
Wskaźnik odpadowości	masa odpadów powstających przy produkcji żywności (np. w wybranych gałęziach przemysłu rolno-spożywczego) w przeliczeniu na masę wykorzystanych surowców lub masę/wartość wyprodukowanej żywności

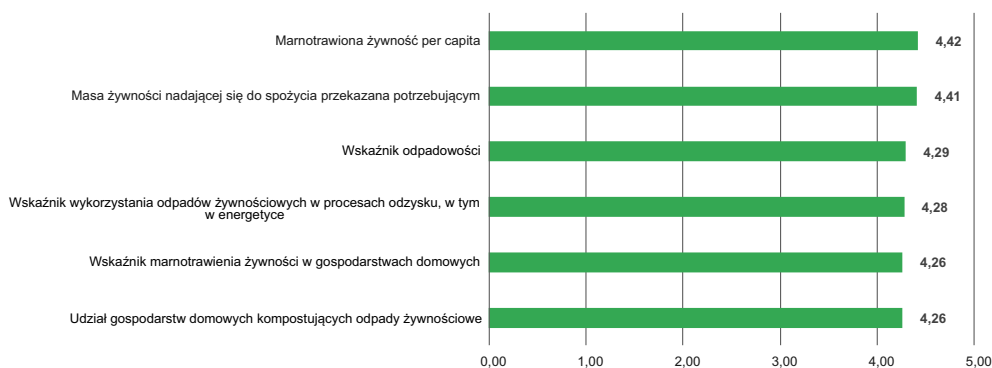
Źródło: opracowanie własne

W celu zweryfikowania jakości wypracowanych wskaźników przygotowano kwestionariusz ankietowy i skierowano go do ekspertów zajmujących się daną tematyką. Respondentów poproszono o weryfikację proponowanych wskaźników w oparciu o dwa kryteria:

- Istotność – w jakim stopniu dany wskaźnik jest przydatny w ocenie postępu transformacji w kierunku GOZ oraz na ile odzwierciedla tę transformację.

- Łatwość interpretacji – na ile dany wskaźnik ma przejrzystą interpretację, czy istnieje możliwość prostej oceny tego, co oznacza wzrost wartości wskaźnika, a co oznacza jego spadek.

Łącznie ankietę wypełniło 53 respondentów. Wśród nich były osoby reprezentujące środowisko akademickie, pracownicy administracji publicznej, a także eksperci branżowi. Eksperti oceniali poszczególne wskaźniki w skali od 1 do 5 (gdzie „1” oznaczało bardzo małą przydatność lub trudność interpretacji wskaźnika w zakresie oceny postępu transformacji kraju w kierunku GOZ, a „5” bardzo dużą przydatność lub łatwość w interpretacji). Ponadto eksperci ocenili zaproponowane wskaźniki pod kątem ich wykorzystania do budowy zagregowanego indeksu w danym obszarze. Na rysunkach 1 i 2 zilustrowano i zinterpretowano oceny istotności i łatwości w interpretacji wskaźników w ramach poszczególnych obszarów.



Rys. 1. Ocena istotności (przydatności) poniższych wskaźników w obszarze żywność
Źródło: opracowanie własne



Rys. 2. Ocena łatwości interpretacji poniższych wskaźników w obszarze żywność
Źródło: opracowanie własne

Na bazie powyższych wytycznych zaproponowano 6 wskaźników, które zostały ocenione przez ekspertów bardzo wysoko. Wszystkie wskaźniki zostały uznane za bardzo istotne ($>4.25/5.0$), a pokrycie obszaru oceniono na 88%. Na szczególną uwagę zasługują najwyżej ocenione wskaźniki, tj.: marnotrawiona żywność per capita (czyli masa wyrzucanej żywności w odniesieniu do masy lub wartości zakupionej żywności przez gospodarstwo domowe) oraz masa żywności nadającej się do spożycia przekazana potrzebującym (mierzona jako masa żywności przekazana OPP np. bankom żywności przez organizacje, sieci handlowe i innych przedsiębiorców). Ponadto eksperci wskazali, że jednym z łatwiejszych wskaźników do interpretacji będzie udział gospodarstw domowych kompostujących odpady żywnościowe. W ocenie zespołu wszystkie zaproponowane wskaźniki powinny być uwzględnione w indeksie oceny transformacji kraju w kierunku GOZ.

3. Badania wśród studentów dotyczące marnowania żywności*

Zakres pracy badawczych obejmował: opracowanie i przeprowadzenie w sieci Internet wywiadu kierowanego metodą computer-assisted web interviewing (CAWI). Ankieta została skierowana do studentów uczelni przyrodniczych z Polski (Uniwersytet Rolniczy w Krakowie) i Republiki Czeskiej (Mendel University in Brno), na których kształceni są studenci w zakresie m.in. urządzeń ochrony środowiska, technologii żywności, dietetyki i gospodarki odpadami. Grupa respondentów została wybrana celowo. Respondenci byli anonimowi, a wiek respondentów kształtował się w zakresie od 21 do 24 lat. Kraje analizowane w ramach przeprowadzonych badań różnią się znacznie liczbą ludności oraz bezwzględną liczbą studentów, natomiast charakteryzują się podobnym wskaźnikiem udziału kształcącej się młodzieży na uczelniach wyższych (tab. 3).

Tabela 3. Liczba studentów i ludności ogółem w analizowanych krajach

Zmienna	Jednostka	Czechy	Polska
Liczba ludności	mln	10,50	37,97
Odsetek studiujących	%	3,98	3,16

Źródło: opracowanie własne.

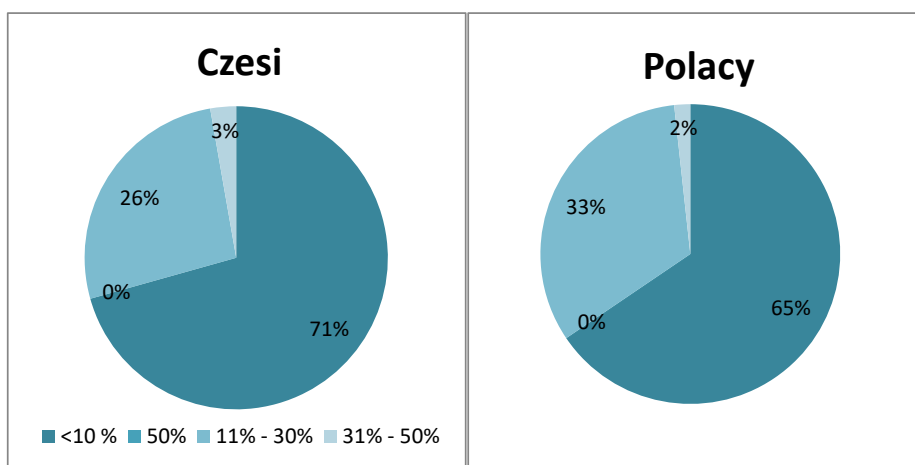
W grudniu 2019 r. dokonano badań pilotażowych, w celu weryfikacji poprawności przygotowanych pytań w kwestionariuszu wywiadu oraz metryczce. Badania wstępne przeprowadzono w Polsce, wśród studentów i pracowników naukowych Wydziału Inżynierii Produkcji i Energetyki Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Ankieta była dostępna w sieci Internet pomiędzy 17 stycznia a 17 kwietnia 2020 r. W badaniach wzięło udział łącznie 156

* Badania zrealizowane w ramach pracy inżynierskiej pt. „Odpady spożywcze i marnowanie żywności w aspekcie gospodarki o obiegu zamkniętym – badania ankietowe”, której autorem jest Stanisław Jarosz.

studentów z Polski oraz 107 z Republiki Czeskiej. W obu przypadkach wśród badanych dominowały kobiety. Polki stanowiły 59% ankietowanych, natomiast Czeszki 75%. Obszar wiejski zamieszkiwało 48% respondentów z Polski i 35,5% z Czech. Przeprowadzona analiza została podjęta w dwóch płaszczyznach. W pierwszej części zbadano strukturę odpowiedzi, których udzielali młodzi ludzie z poszczególnych krajów. Druga część analizy dotyczyła weryfikacji czy czynniki socjodemograficzne w istotny sposób wpływają na zachowania i przekonania ankietowanych w poszczególnych krajach. Ze względu na zastosowaną metryczkę, możliwa była również analiza wyników z rozróżnieniem płci oraz miejsca zamieszkania; ankieta skierowana była do studentów, ale respondenci nie zostali zapytani o dochody i ich strukturę, co zazwyczaj pojawia się w badaniach ankietowych. W efekcie końcowym możliwe było stwierdzenie jaka grupa respondentów z obu krajów udzieliła odpowiedzi, które potwierdzają, że już teraz w 2020 r. postępują zgodnie z zasadami GOZ w zakresie gospodarowania odpadami spożywczymi i przeciwdziałania marnowaniu żywności.

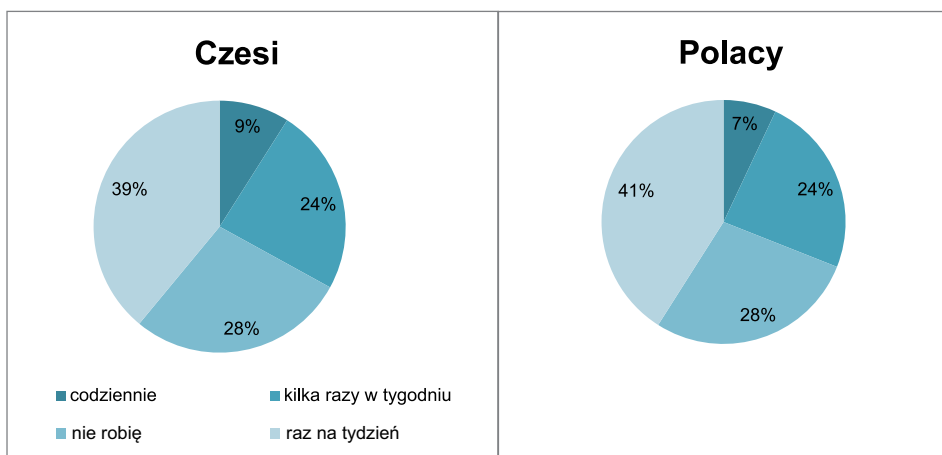
3.1. Wyniki badań

Pierwsze pytanie w ankiecie dotyczyło próby oszacowania udziału zakupionej żywności, która marnuje się w gospodarstwach domowych ankietowanych osób. Odpowiedzi w obu badanych narodowościach są bardzo podobne, a różnice kształtują się na poziomie kilku procent. Ponad połowa respondentów z Polski (65%) i Republiki Czeskiej (71%) stwierdziła, że tylko mniej niż 10% zakupionej żywności jest wyrzucana jako odpady. 33% polskich studentów oraz 26% czeskich zaznaczyło odpowiedź: od 11% do 30% (rys. 4). Wartość od 31–50% wybrało tylko 2% badanych Polaków i 3% Czechów (rys. 3).



Rys 3. Jaki % kupowanej żywności marnuje się w gospodarstwie domowym?

Źródło: opracowanie własne



Rys. 4. Jak często robi Pan/Pani przeglądy w lodówce w celu wyrzucenia zepsutej lub przeterminowanej żywności?
Źródło: opracowanie własne

Jedzenie, które marnowane jest w gospodarstwach domowych badanych osób z Polski, w większości wykorzystywane jest ponownie jako pokarm dla zwierząt domowych (67,6%) lub nawóz (produkcja kompostu) pod uprawę roślin (32,4%). W Republice Czeskiej przedstawia się to bardzo podobnie. Żywność, która marnuje się w gospodarstwach domowych ankietowanych studentów z Czech wykorzystywana jest również jako pokarm dla zwierząt (68,6%) i nawóz pod uprawę roślin (31,4%). Z analizy tego pytania wynika, że 2/3 ankietowanych ogranicza lub przeciwdziała marnotrawieniu żywności.

W pytaniu odnośnie do częstotliwości wykonywania tzw. przeglądów lodówki w celu wyrzucenia żywności przeterminowanej lub niezdatnej do spożycia w dwóch przypadkach otrzymano identyczne wyniki. Zarówno w Polsce jak i w Czechach 24% studentów zadeklarowało, że wykonują przeglądy w lodówce kilka razy w tygodniu, natomiast 28% respondentów zadeklarowało, że takich przeglądów nie wykonuje w ogóle. Pozostałe dwie odpowiedzi ankietowanych różnią się od siebie o 2% (rys. 4). Najczęściej przegląd lodówki w celu wyrzucenia żywności dokonywany jest raz w tygodniu (około 40%). W Polsce czynność polegającą na wyrzucaniu jedzenia z lodówki wykonują głównie kobiety (63,4%), W Republice Czeskiej czynność ta jest wykonywana również przez kobiety (80,9%).

Na pytanie o udział wyrzucanej żywności, która jest jeszcze zdatna do spożycia, 49% respondentów z Polski stwierdziło, że udział takiej żywności w ich gospodarstwach domowych wynosi od 30–50%. Aż 42% badanych osób zadeklarowało wartość powyżej 50%. Wśród studentów z Czech wartość 30–50% wybrał taki sam odsetek studentów jak w Polsce (49%). Odpowiedź poniżej 50% zadeklarowało 38% Czechów.

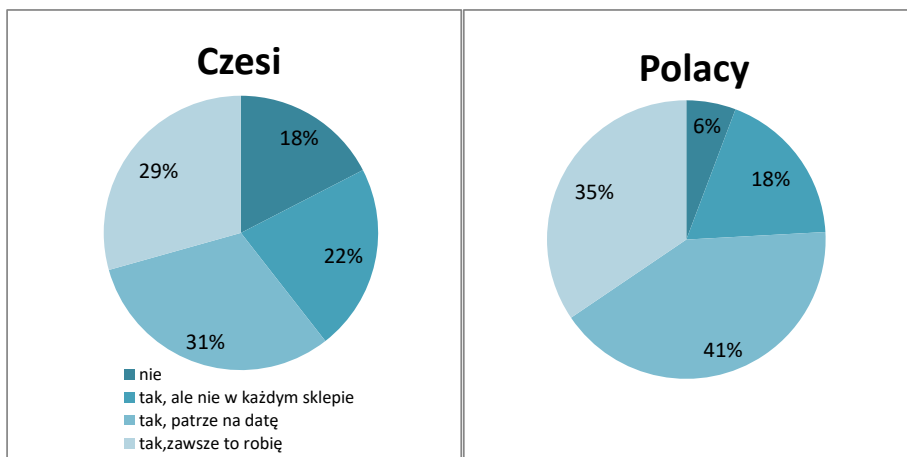
Jedną z metod ograniczania marnotrawienia żywności jest świadome dokonywanie zakupów, dlatego w kolejnych pytaniach poproszono ankietowanych o odpowiedź, czy sporządzają listę produktów/rzeczy przed wyjściem na zakupy. Wśród polskich studentów dominowała odpowiedź, że wykonują taką czynność, ale nie przed każdymi zakupami (53%

ankietowanych). Co istotne, spośród tej grupy 87% respondentów zadeklarowało, że udział żywności zdatnej jeszcze do spożycia w strukturze wyrzuconej żywności wynosi mniej niż 30%. 38% ankietowanych Polaków zaznaczyło, że przygotowuje listę zakupów przed każdymi zakupami. Spośród osób udzielających tę odpowiedź aż 92% wyrzucało poniżej 30% żywności zdatnej do spożycia. Odpowiedzi udzielone przez Czechów kształtują się bardzo podobnie do tych, których udzielili studenci z Polski. Najwięcej respondentów (46%) stwierdzało, że czasem taka lista jest przygotowywana, a 44% studentów zadeklarowało, że wykonuje listę przed każdymi zakupami. Zarówno w wariancie o sporządzaniu listy czasami, jak i w opcji o tworzeniu takiego spisu zawsze, zdecydowaną większość stanowiły kobiety (odpowiednio 74 i 85%). Spośród osób, które nie zawsze tworzą listę zakupów, 40% wyrzuca ponad połowę żywności, którą można jeszcze spożyć, a 50% deklaruje przedział wyrzucanego zdatnego pożywienia między 30 a 50%. 44% badanych studentów z Czech udzieliło odpowiedzi, iż przed każdymi zakupami taki spis jest tworzony, czyli o 6% więcej niż w Polsce. Co ciekawe, badani, którzy przygotowują listę zakupów, w dużym stopniu wyrzucają jednak pożywienie zdatne do spożycia.

Kolejne pytanie z kwestionariusza dotyczyło zwracania uwagi na termin przydatności do spożycia kupowanych produktów. Krótki termin jest często głównym powodem ich wyrzucenia. Najczęściej na datę ważności zwracają uwagę Polacy – 41%, z czego kobiety stanowią 68%, a mężczyźni 32%. W odpowiedzi na to pytanie obywatele Czech plasują się o dziesięć punktów procentowych niżej. Taką czynność zadeklarowało 31% badanych studentów (75% kobiet i 25% mężczyzn). Również większy odsetek Polaków (35%) niż Czechów (29%) sprawdza datę przydatności produktów, ale tylko tych, których termin przydatności jest krótki. Podobnie jak wcześniej w obu przypadkach zdecydowanie częściej robią to kobiety. Sprawdzanie daty produktu, lecz tylko w wybranych placówkach handlowych wskazało 18% polskich ankietowanych, a u naszych południowych sąsiadów opcję tę zaznaczyło 22% badanych. Największa różnica pomiędzy respondentami z Polski i Czech dotyczyła odpowiedzi: „nie zwracam uwagi na termin przydatności produktu spożywczego” (rys. 5). Daty przydatności nie sprawdza 6% Polaków i aż 3 razy więcej studentów z Czech. W Polsce dotyczy to głównie mężczyzn (wśród tych 6%, aż 70% to byli mężczyźni), natomiast w społeczeństwie czeskim mężczyźni stanowili mniejszość (27%).

Respondenci byli również pytani o częstotliwość zamawiania jedzenia (np. pizzy) do domu/mieszkania. 46% studentów z Polski i 45% studentów z Czech zamawia posiłek kilka razy w roku. 35% respondentów z Polski i 37% z Czech zamawia jedzenie przynajmniej raz w miesiącu, a jedynie 5% ankietowanych studentów z Polski i 13% z Czech zamawia taki posiłek co najmniej raz w tygodniu.

Z grupy badanych Polaków którzy zaznaczyli, że co najmniej raz w tygodniu zamawiają jedzenie do domu, 55% marnuje między 11–30% żywności zdatnej do spożycia, a 33% respondentów wyrzuca mniej niż 10% pożywienia zdatnego jeszcze do spożycia. Wśród Czechów było to odpowiednio: 43% respondentów wyrzucających od 11 do 30%, natomiast 50% wyrzucających poniżej 10% jedzenia. 14% Polaków i 5% studentów z Czech nie zamawia jedzenia do domu. Istotne jest to, że spośród ankietowanych z Polski, którzy nigdy



Rys. 5. Czy zwraca Pan/Pani uwagę na termin ważności kupowanego produktu?

Źródło: opracowanie własne

nie zamawiają jedzenia do domu, aż 67% marnuje tylko do 10% zdatnej do spożycia żywności. W Czechach jest to odpowiednio 83% studentów. Na pewno pandemia COVID-19 oraz przymusowe kwarantanny zmieniły przyzwyczajenia studentów i ich rodzin w zakresie zamawiania jedzenia, ale ważną rolę odgrywa tutaj także sytuacja ekonomiczna. Dlatego też czas pandemii został wyłączonej z okresu badań.

W następnym pytaniu zbadano skłonność studentów do kompostowania odpadów organicznych (bio) w gospodarstwie domowym. 53% respondentów z Polski odpowiedziało, że kompostuje takie odpady. W Republice Czeskiej taką czynność zadeklarowało 58% badanych. Część ankietowanych (23% Polaków i 21% Czechów) nie ma możliwości kompostowania odpadów, natomiast 26% studentów z Polski i 19% z Czech nie prowadzi procesu kompostowania odpadów organicznych w swoich gospodarstwach domowych. Należy pamiętać, że kompostowanie i produkcja naturalnego nawozu stanowi jedną z podstawowych zasad GOZ dla odpadów organicznych (Mapa drogowa... 2019).

Odpady organiczne mogą być wykorzystywane także na inne cele. Najczęściej wykorzystywane są do karmienia zwierząt, następnie na cele nawozowe. Spośród Polaków deklarujących wykorzystywanie odpadów z żywności na inne cele, 68% stanowili mieszkańcy wsi, natomiast 32% mieszkańcy miast. W Republice Czeskiej było to odpowiednio 49% zamieszkujących wieś i 51% miasta. Wariant mówiący, że badany nie ma możliwości wykorzystać żywności w żaden sposób zaznaczyło 18% Polaków oraz 21% Czechów. Ostatnia odpowiedź jaką mogli wybrać badani studenci dotyczyła wykorzystania żywności na cele energetyczne. Wybór ten zaznaczyło jedynie 1% polskich studentów (2 osoby).

W dziewiątym pytaniu ankietowani udzielali odpowiedzi na pytanie o to, czy w swoich gospodarstwach domowych uprawiają warzywa. Zdecydowana większość respondentów czeskich oraz polskich odpowiedziała, że praktykuje tego rodzaju aktywność. W Polsce taką

deklaracje złożyło 64% badanych, a w Republice Czeskiej 71%.

Ostatnie pytanie, które skierowano do ankietowanych miało za zadanie ustalić czy badani idąc na zakupy zabierają własne torby na zakupy lub opakowania wielokrotnego użytku. Kulczycka i in. (2019) podkreślają istotność takiej aktywności w zakresie GOZ i minimalizacji odpadów związanych z zakupami między innymi żywności. Z badań wynika, że 65% badanych Polaków i aż 75% Czechów deklaruje, że zabiera tego rodzaju opakowania na każde zakupy. 30% Polaków i 25% Czechów wielokrotnie wykorzystuje opakowania na zakupy, lecz tylko w określonych przypadkach (np. podczas dużych zakupów).

3.2. Wnioski z badań

Przedstawione powyżej badania mają lokalny charakter i zostały przeprowadzone na dość wąskiej grupie respondentów. Warto jednak dokonać zestawienia otrzymanych wyników z innymi analizami dotyczącymi marnowania żywności. Dość podobne badanie przeprowadzili wśród studentów ze Szwecji (Zabłocka i in. 2016), na grupie 102 studentów ze Swedish University of Agricultural Sciences w Uppsali. Na pytanie o częstotliwość dokonywania tzw. przeglądu lodówki w celu usunięcia zepsutej żywności, 6,8% studentów ze Szwecji udzieliło odpowiedzi: codziennie. W porównaniu do studentów polskich oraz czeskich jest to mniej o odpowiednio 0,2 i 2,2 punktów procentowych. Odpowiedź stwierdzającą wykonywanie takich przeglądów kilka razy w tygodniu zaznaczyło po 24% respondentów z Polski oraz Republiki Czeskiej. Wśród ankietowanych ze Szwecji tę opcję wybrało jedynie 12,5% badanych. Kolejny wariant, tj. raz w tygodniu, wybrało 29,5% studentów ze Szwecji, wobec 41% Polaków i 39% Czechów. Inną kwestią poruszoną w badaniu szwedzkich studentów było sporządzanie listy produktów przed zakupami. Według tych badań taką listę zawsze wykonuje 51% z nich (w Polsce oraz Republice Czeskiej było to odpowiednio 38% oraz 44% badanych).

W 2017 r. na mieszkańcach województwa małopolskiego przeprowadzono badania ankietowe dotyczące GOZ, gdzie również pytano o odsetek marnowanej żywności w gospodarstwie domowym. Według tych wyników 52,8% respondentów marnuje mniej niż 10% żywności (Nowaczek 2018). Z przedstawionej powyżej analizy wynika, że 65% studentów z Polski i 71% z Czech spełnia to kryterium.

W pytaniu o zwracanie uwagi na termin ważności kupowanych produktów spożywczych 60% studentów z Czech i aż 76% studentów z Polski zadeklarowało, że zawsze lub prawie zawsze zwraca uwagę na datę przydatności produktu. W badaniach przeprowadzonych w 2016 r. przez Centrum Badania Opinii Społecznej (CBOS) taką odpowiedź zaznaczyło 49% respondentów. Wariant mówiący o zwracaniu uwagi na przydatność produktu jedynie czasami wybrało 22% respondentów z Czech i 18% z Polski. W badaniach CBOS ten wskaźnik wyniósł 28%.

Zgodnie z raportem organizacji Green Generation (2020) tylko 16% obywateli Polski deklaruje, że zawsze na zakupy zabiera własne opakowania wielokrotnego użytku, a 44% twierdzi, że takie opakowania wykorzystuje, jednak nie zawsze i tylko w określonych przy-

padkach. Porównując ten raport z wynikami przedstawionych badań, można zauważyć, że wśród studentów z Polski (65%) jak i Republiki Czeskiej (75%) bardzo duży procent badanych zabiera na każde zakupy własną torbę/opakowania. Odpowiedź mówiąca o używaniu torby/opakowań tylko w określonych przypadkach wybrało kolejno 30% badanych Polaków oraz 25% obywateli Republiki Czeskiej.

Podsumowując, przeprowadzone badania dają jedynie wstępny obraz dotyczący marnowania żywności wśród studentów. Badania zostały przeprowadzone jedynie na dwóch uczelniach w okresie pandemii, ale wyniki są porównywalne z innymi badaniami przeprowadzonymi w tym zakresie. Na pewno jednak potrzebne są dalsze analizy tej grupy społecznej, która stanowi istotny udział wśród mieszkańców dużych miast. Z perspektywy GOZ bardzo ważne jest budowanie wysokiej świadomości w zakresie postępowania z żywnością właśnie wśród studentów, którzy są bardzo często nośnikami pewnych trendów i poziom ich świadomości w dużym stopniu wpływa na świadomość innych grup społecznych.

Podsumowanie

Niniejszy rozdział z różnych perspektyw prezentuje problematykę marnowania żywności. Jest to istotna kwestia nie tylko z punktu widzenia etycznego czy ekonomicznego. Proces wytwarzania żywności wiąże się również w wykorzystaniem określonych zasobów, które często mają niebagatelny wpływ na środowisko naturalne, w tym na emisję gazów cieplarnianych. Dlatego władze publiczne powinny wykorzystywać na szerszą skalę różnego rodzaju instrumenty, które z jednej strony zachęcają (np. finansowo) do minimalizacji produkcji odpadów spożywczych, a z drugiej tworzą pewne ramy prawne dla podmiotów gospodarczych, które zarządzają łańcuchem produkcji i dostaw żywności do końcowego odbiorcy. Działania takie, połączone z akcjami informacyjnymi i edukacyjnymi mogą prowadzić do znacznego zmniejszenia zjawiska marnowania żywności na każdym etapie od pola do stołu (ang. *from farm to fork*).

Literatura

- Banki żywności 2018. Raport Federacji Polskich banków żywności – nie marnuj jedzenia.
- Bednarczuk, A. i Śleszyński, J. 2019. Marnotrawstwo żywności w Polsce. [W:] Problemy Rolnictwa Światowego, t. 19 (XXXIV), z. 4.
- Bilska i in. 2015 – Bilska, B., Grzesińska, W., Tomaszewska, M. i Rudziński, M. 2015. Marnowanie żywności jako przykład nieefektywnego zarządzania w gospodarstwach domowych. [W:] Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, Roczniki Naukowe, t. XVII, z. 4.
- Bilska i in. 2015 – Bilska, B., Wrzosek, M., Krajewski, K. i Kołożyn-Krajewska, D. 2015. Zrównoważony rozwój sektora żywnościowego a ograniczenie strat i marnotrawstwa żywności. *Journal of Agribusiness and Rural Development*; DOI: 10.17306/JARD.2015.18. 2(36).
- Boulding, K. 1966. *The Economics of the Coming Soaceship Earth*. Jarrett H. (Editor), Environmental Quality in a Growing Economy. Baltimore, Johns University Press.

- Centrum Badania Opinii Społecznej 2014. Zachowania żywieniowe Polaków, komunikat z badań nr 115/2014.
- Centrum Badania Opinii Społecznej 2016. Deklaracja Polaków dotyczące marnowania żywności, komunikat z badań, nr 115/2016.
- Chalak i in. 2016 – Chalak, A., Abou-Daher, C., Chaaban, J. i Abiad, M.G. 2016. The global economic and regulatory determinants of household food waste generation: A cross-country analysis. *Waste management* 48.
- Commoner, B. 1971. *The Closing Circle: Nature, Man and Technology*.
- Cukrowski, A. 2012. Rynek biogazu rolniczego. Stan obecny i perspektywy rozwoju sektora. *Energetyka Ciepła i Zawodowa*.
- European Commission – Press release 2020. Changing how we produce and consume: New Circular Economy Action Plan shows the way to a climate-neutral, competitive economy of empowered consumers. Brussels, 11 March 2020.
- Evans, D.M. 2014. *Food waste: home consumption, material culture and everyday life*. Bloomsbury publishing.
- Farr-Wharton i in. 2014 – Farr-Wharton, G., Foth, M. i Choi, J.H.J. 2014. Identifying factors that promote consumer behaviours causing expired domestic food waste. *Journal of Consumer Behaviour* 13(6).
- Gradziuk P. 2017. Potencjał i prognozy wykorzystania biogazu rolniczego w Polsce. *Roczniki naukowe stowarzyszenia ekonomistów rolnictwa i agrobiznesu t. XIX, z. 3*.
- Green Generation 2020. Raport – Wspólnie na rzecz ziemi, styczeń 2020.
- Jaworski, T.J. i Grochowska, S. 2017. Circular Economy – the criteria for achieving and the prospect of implementation in Poland. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska t. 19, nr 4*.
- Jörissen i in. 2015 – Jörissen, J., Priefer, C. i Bräutigam, K.R. 2015. Food waste generation at household level: Results of a survey among employees of two European research centers in Italy and Germany. *Sustainability* 7(3).
- Kirchherr i in. 2017 – Kirchherr, J., Reike, D. i Hekkert, M. 2017. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation & Recycling* 127.
- Koźłyn-Krajewska i in. 2014 – Koźłyn-Krajewska, D., Wrzosek, M., Bilska, B. i Krajewski, K. 2014. Ryzyko powstawania strat i marnotrawstwa żywności a możliwość ich ograniczenia. [W:] Tomasz Tarko, Aleksandra Duda-Chodak, Mariusz Witczak, Dorota Najgebauer-Lejko (red.), *Technologia produkcji i bezpieczeństwo żywności*.
- Kulczycka, J. i Pędziwiatr, E. 2019. Gospodarka o obiegu zamkniętym – definicje i ich interpretacje. [W:] Kulczycka J. (red.), *Gospodarka o obiegu zamkniętym w polityce i badaniach naukowych*.
- Malinowski i in. 2019 – Malinowski, M., Głowacki, J., Kopyciński, P. i Mamica, Ł. 2019. Wskaźniki oceny wdrażania gospodarki o obiegu zamkniętym w obszarze zrównoważonej konsumpcji. [W:] Kulczycka J. (red.), *Gospodarka o obiegu zamkniętym w polityce i badaniach naukowych*.
- Mapa Drogowa transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym 2019.
- Matuszak, A. i Matuszak, Z. 2011. Definition of the sample and its size in pedagogical research. *General and Professional Education* 2.
- Mourad, M. 2015. France moves toward a National Policy against Food Waste. <https://www.nrdc.org/sites/default/files/france-food-waste-policy-report.pdf>.
- Niedek i in. 2019 – Niedek, M., Łaba, S., Szczepański, K. i Krajewski, K. 2019. Metody ilościowe w badaniu strat i marnotrawstwa żywności w sektorze produkcji pierwotnej. [W:] *Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych t. XX/4*.
- Nowaczek, A. 2018. Gospodarka o obiegu zamkniętym wobec eko-innowacji i zrównoważonego rozwoju regionu. Konferencja na temat gospodarki obiegu zamkniętego w miastach.
- Ośrodek Wsparcia Rolnictwa 2020. Rejestr wytwórców biogazu rolniczego, stan na dzień 04.12.2020 r.
- Pazera i in. 2015 – Pazera, A., Ślęzak, R., Krzystek, L. i Ledakowicz, S. 2015. Potencjał produkcji metanu z odpadów z przemysłu żywności i napojów. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna* nr 4.
- Pilarska i in. 2014 – Pilarska, A., Pilarski, K. i Ryniecki, A. 2014. Wykorzystanie fermentacji metanowej do zagospodarowania wybranych produktów odpadowych przemysłu spożywczego. *Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu. Nauki Inżynierskie i Technologie* 4(15).
- Priefer i in. 2016 – Priefer, C., Jörissen, J. i Bräutigam, K.R. 2016. Food waste prevention in Europe—A cause-driven approach to identify the most relevant leverage points for action. *Resources, Conservation and Recycling* 109.

- Qi, D. i Roe, B.E. 2016. Household food waste: Multivariate regression and principal components analyses of awareness and attitudes among US consumers. *PloS one* 11(7), e0159250.
- Reisch i in. 2013 – Reisch, L., Eberle, U. i Lorek, S. 2013. Sustainable food consumption: an overview of contemporary issues and policies. *Sustainability: Science, Practice and Policy* 9(2).
- Schanes i in. 2018 – Schanes, K., Dobernig, K. i Gözet, B. 2018. Food waste matters-A systematic review of household food waste practices and their policy implications. *Journal of cleaner production* 182.
- Scherhauser i in. 2018 – Scherhauser, S., Moates, G., Hartikainen, H., Waldron, K. i Obersteiner, G. 2018. Environmental impacts of food waste in Europe. *Waste management* 77.
- Sokołowski, M.S. 2019. O potrzebie całościowej regulacji prawnej przeciwdziałania marnowaniu żywności. *Przeгляд Prawa Rolnego* nr 1(24).
- Stępień, S. i Dobrowolski, D. 2017. Straty i marnotrawstwo w łańcuchu dostaw żywności – propedeutyka problemu. [W:] *Progress in Economic Sciences, Czasopismo Naukowe Instytutu Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Stanisława Staszica w Pile* nr 4.
- Tucker, C.A. i Farrelly, T. 2016. Household food waste: the implications of consumer choice in food from purchase to disposal. *Local Environment* 21(6).
- UNEP 2014. Prevention and Reduction of Food and Drink Waste in Businesses and Households: Guidance for Governments, Local Authorities, Businesses and Other Organisations. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/save-food/.
- Wielicka-Regulska, A. i Mitmańska, Ż. 2018. Rola i aktywność banków żywności w ograniczaniu strat żywności i niedożywienia w Polsce. *Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu. Handel wewnętrzny* 3(374).
- Wojciechowski, S. 2005. Problem głodu we współczesnym świecie. *Przeгляд Zachodni* nr 1, Poznań.
- WRAP 2012a. Household Food and Drink Waste in the United Kingdom 2012. Final Report. http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Household_food_and_drink_waste_in_the_UK_-_report.pdf.
- WRAP 2012b. Review of Literature about Freezing Food at Home. Final report. <http://www.wrapcymru.org.uk/sites/files/wrap/WRAP%20home%20freezing%20report%20010512.pdf>.
- Wrzosek i in. 2017 – Wrzosek, M., Bilaska, B., Kołożyn-Krajewska, D. i Krajewski, K. 2017. Zastosowanie analizy ryzyka do opracowania innowacyjnego systemu ograniczenia strat i marnowania żywności w handlu detalicznym (system most). *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość* 24, 2(111).
- Yuan Z., Bi, J. i Moriguchi Y. 2006. The Circular Economy: A New Development Strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*.
- Zabłocka i in. 2016 – Zabłocka, K., Rejman, K. i Prandota, A. 2016. Marnotrawstwo żywności w kontekście racjonalnego gospodarowania nią w gospodarstwach domowych polskich i szwedzkich studentów. [W:] *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej* nr 114.
- Zagróda-Jonszata, U. 2007. Likwidacja głodu na świecie jako wyzwanie XXI wieku, rozdział 3. [W:] *Polityka Gospodarcza Państwa/Danuta Kopycińska*.
- Zhang i in. 2019 – Zhang, H., Hara K., Yabar H., Yamaguchi Y., Uwasu M. i Morioka, T. 2019. Comparative analysis of socio-economic and environmental performances for Chinese EIPs: case studies in Baotou, Suzhou, and Shanghai. *Sustainability Science*.

Załączniki

1. Czy może Pan/Pani oszacować, ile procent kupowanej żywności marnuje się w Państwa gospodarstwie domowym?
 - <10%
 - 11–30%
 - 31–50%
 - > 51%

2. Jak często robi Pan/Pani przeglądy w lodówce w celu wyrzucenia zepsutej lub przeterminowanej żywności?
 - Raz na tydzień
 - Kilka razy w tygodniu
 - Codziennie
 - Nie robię

3. Czy może Pan/Pani oszacować jaki procent wyrzucanej żywności jest jeszcze zdatny do spożycia?
 - <30%
 - 30–50%
 - >50%

4. Czy sporządza Pan/Pani listę produktów/rzeczy do kupienia przed wyjściem do sklepu?
 - Tak, przygotowuję taką listę przez każdymi zakupami
 - Tak, czasami
 - Nie

5. Czy zwraca Pan/Pani uwagę na datę/termin ważności kupowanego produktu?
 - Tak, patrzę na datę/termin ważności każdego produktu
 - Tak, zawsze dla towarów o krótkim terminie przydatności
 - Tak, ale nie w każdym sklepie
 - Nie, nie zwracam na to uwagi

6. Jak często zamawia Pan/Pani jedzenie do domu (np. pizzę)?
 - Co najmniej raz w tygodniu
 - Co najmniej raz w miesiącu
 - Kilka razy w roku
 - Nie zamawiam jedzenia do domu

7. Czy w Pana/Pani gospodarstwie domowym kompostowane są odpady organiczne (bio)?
- Tak, w moim gospodarstwie domowym są kompostowane odpady organiczne (bio)
 - Nie
 - Nie, nie mam takich możliwości
8. Czy wykorzystuje Pan/Pani odpady z żywności na inne cele?
- Tak, na nawóz
 - Tak, karmię zwierzęta
 - Tak, na cele energetyczne
 - Nie
 - Nie, nie mam takiej możliwości
9. Czy w Pana/Pani gospodarstwie domowym uprawia się warzywa (np. w ogrodzie)?
- Tak, uprawia się warzywa
 - Nie
 - Nie, nie mam takiej możliwości
10. Czy idąc na zakupy zabiera Pan/Pani ze sobą własną torbę na zakupy lub opakowania wielokrotnego użytku?
- Tak, zawsze zabieram torbę na zakupy
 - Tak, ale tylko w określonych/uzasadnionych przypadkach (np. duże zakupy)
 - Nie, torbę na zakupy biorę ze sklepu

Gospodarka o obiegu zamkniętym w regionach i branżach

GOSPODARKA O OBIEGU ZAMKNIĘTYM W STRATEGIACH I PLANACH WOJEWÓDZTW W POLSCE – BADANIA ANKIETOWE

Joanna KULCZYCKA

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Paulina HARAZIN

Institut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

Wprowadzenie

Opracowywanie strategii i planów działania na rzecz GOZ może być ważnym elementem zrównoważonego rozwoju regionu. Nie jest to jeszcze powszechnie stosowana praktyka i brak jest jednolitych standardów dotyczących zakresu i metod wyznaczania celów czy pomiaru efektów GOZ. Jednak istotne jest, aby planowane działania wspierające rozwój GOZ koncentrowały się na poszukiwaniu modeli biznesowych na rzecz efektywnego gospodarowania zasobami i minimalizowania ilości wytwarzanych odpadów. Dotyczy to w szczególności promowania i wspierania takich rozwiązań, np.: wypożyczanie (produkt jako usługa), naprawianie, podnoszenie jakości i trwałości produktów (np. wielokrotne i kaskadowe wykorzystanie produktów, produkcja na życzenie), współdzielenie, współpraca poprzez tworzenie łańcuchów dostaw, poszukiwanie symbiozy gospodarczej, odzysk produktów ubocznych i surowców wtórnych, wirtualizacja (platformy wymiany, usług, e-region), pozyskiwanie energii z materiałów, z odpadów i OZE.

Cele GOZ są spójne z wieloma celami opisanymi w strategiach rozwoju, planach gospodarki odpadami, programach ochrony środowiska, czy planach niskoemisyjnych. Jednak dotychczas nie było uwzględniane identyfikowanie rozwiązań dedykowanych modelom biznesowym oraz wspieranie produktów i usług GOZ. Dokumenty regionalne oraz zidentyfikowane przepływy materiałowe, od pozyskania surowca do zagospodarowania odpadu, są podstawą dla określenia celów, obszarów priorytetowych (np. żywność, biogospodarka, produkcja z materiałów wtórnych, sektor budownictwa, infrastruktura energetyczna), wskaźników pomiaru oraz kluczowych podmiotów (np. tworzenia centrów

kompetencji i współpracy), a także instrumentów wspierających GOZ (np. zamówienia publiczne). Istotne znaczenie ma też edukacja i promocja dobrych praktyk, w tym projektów pilotażowych i flagowych oraz osiągnięć naukowych i badań, szczególnie w zakresie ekoprojektowania oraz analiz potrzeb konsumenta czy przedsiębiorstw. W związku z tym za istotny wskaźnik rozwoju społeczno-gospodarczego GOZ można uznać liczbę strategii regionalnych uwzględniających GOZ. Badania ogólnopolskie prowadzone przez PARP w 2020 r. pt. *Ocena zapotrzebowania na wsparcie przedsiębiorstw w zakresie gospodarki o obiegu zamkniętym* wskazują m.in., iż zasadne jest wspieranie przez sektor publiczny transformacji w kierunku GOZ, zwłaszcza biorąc pod uwagę znaczący potencjał modeli GOZ do pobudzenia rozwoju gospodarczego w regionie (np. poprzez rozwój usług).

Uwzględniając rolę i znaczenie władz regionalnych w procesie wspierania GOZ (maj-sierpień 2021), dokonano przeglądu strategii rozwoju i dokumentów planistycznych oraz przeprowadzono wywiady z pracownikami urzędów marszałkowskich dla zidentyfikowania wyzwań, barier i korzyści z wdrażania GOZ. Było to możliwe dzięki wsparciu krajowej sieci organów środowiskowych i instytucji zarządzających funduszami unijnymi „Partnerstwo: Środowisko dla Rozwoju”, a uzyskane wyniki analiz były również podstawą dla przygotowania rekomendacji dla Banku Światowego. Wynika z nich, iż głównym wyzwaniem, a zarazem barierą, jest niska świadomość społeczeństwa i luka kompetencyjna dotycząca możliwości wdrażania GOZ. Z drugiej strony większość ankietowanych zidentyfikowała wiele korzyści wynikających z wdrażania tego modelu. Można zatem uznać, że na obecnym etapie podstawą dla skutecznej realizacji działań GOZ jest właściwa edukacja i promocja efektywnych rozwiązań.

1. GOZ w dokumentach strategicznych województw w Polsce

W ostatnich latach urzędy marszałkowskie pracowały nad przygotowaniem nowych Strategii Rozwoju Województw do roku 2030. Są one podstawowym i najważniejszym dokumentem samorządu województwa, określającym obszary, cele i kierunki interwencji polityki rozwoju, prowadzonej w przestrzeni regionalnej. Analiza dokumentów wskazała, że w większości województw GOZ została uwzględniona w ujęciu horyzontalnym, w tym w celach strategicznych i konkretnych propozycjach działań dla biznesu. Dotyczą one np. rozwoju modeli biznesowych wspierających rozbudowane systemy serwisowania i naprawy produktów, zwiększania świadomości ekologicznej mieszkańców, w tym w zakresie oszczędzania zasobów i energii oraz idei GOZ (tab. 1).

Zadania i plany związane z realizacją GOZ ujęte są nie tylko w wojewódzkich strategiach rozwoju. Odpowiednie zapisy dotyczące GOZ pojawiają się również w planach gospodarki odpadami, programach ochrony środowiska oraz w strategiach innowacji.

Tabela 1. GOZ w Strategiach Rozwoju Województw w Polsce

Nazwa województwa	Data uchwalenia strategii	Kierunki rozwoju/Cele strategiczne/Działania
1	2	3
dolnośląskie	20 września 2018 r.	<p>Cel strategiczny 4. Odpowiedzialne wykorzystanie zasobów i ochrona walorów środowiska i dziedzictwa kulturowego</p> <p>Cel operacyjny 4.6. Rozwój gospodarki cyrkularnej</p> <ul style="list-style-type: none"> – wsparcie przedsięwzięć na rzecz zmniejszenia zużycia surowców oraz ograniczenia wytwarzania odpadów w procesach produkcyjnych; – wsparcie projektów wykorzystujących rynek surowców wtórnych i <i>re-manufacturing</i>; – edukacja społeczna na rzecz gospodarki cyrkularnej (kampanie społeczne, kampanie świadomościowe); – rozwój modeli biznesowych wspierających rozbudowane systemy serwisowania i napraw produktów.
kujawsko-pomorskie	21 grudnia 2020 r.	<p>Kierunki rozwoju:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Środowisko przyrodnicze – Infrastruktura techniczna
lubelskie	29 marca 2021 r.	<p>Cel strategiczny 1: Kształtowanie strategicznych zasobów rolnych</p> <p>Cel operacyjny 1.2. Rozwój przedsiębiorczości wykorzystującej surowce rolne;</p> <ul style="list-style-type: none"> – stymulowanie rozwoju tego sektora poprzez wykorzystanie na większą skalę rozwiązań GOZ; <p>Cel strategiczny: Innowacyjny rozwój gospodarki oparty o zasoby i potencjały regionu</p> <p>Cel strategiczny 2: Wzmocnienie powiązań i układów funkcjonalnych</p> <p>Cel operacyjny 2.4. Ochrona walorów środowiska</p> <ul style="list-style-type: none"> – zwiększanie świadomości ekologicznej mieszkańców, w tym dotyczącej oszczędzania zasobów i energii oraz idei GOZ; <p>Cel strategiczny 3: Innowacyjny rozwój gospodarki oparty o zasoby i potencjały regionu</p> <p>Cel operacyjny 3.2. Wspieranie konkurencyjności i innowacyjności przedsiębiorstw;</p> <ul style="list-style-type: none"> – stymulowanie przedsiębiorstw do stosowania rozwiązań pozwalających na optymalizację procesów wytwórczych w oparciu o GOZ.
lubuskie	15 lutego 2021 r.	<p>Cel strategiczny 1: Inteligentna, zielona gospodarka regionalna</p> <p>Cel operacyjny 1.2: Rozwój zielonej gospodarki, w tym energetyki przyjaznej środowisku;</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wspieranie produkcji przyjaznej środowisku i przechodzenia na GOZ, w szczególności projektowanie i wdrażanie: <ul style="list-style-type: none"> • niskoodpadowych technologii produkcji, • efektywnych ekonomicznie i ekologicznie technologii odzysku (w tym recyklingu), • unieszkodliwiania (w tym termicznego) i przekształcania odpadów.

1	2	3
łódzkie	6 maja 2021 r.	3.5.1. Rozwój infrastruktury w kierunku GOZ 1.3.1. Zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstw, m.in. system wsparcia dla nowo powstałych podmiotów, zakładający m.in. dofinansowanie działalności w pierwszym okresie ich funkcjonowania, wsparcie szkoleniowo-doradcze, dofinansowanie rozwiązań innowacyjnych oraz z zakresu GOZ a także wsparcie wdrażania nowych modeli biznesowych oraz nowoczesnych i proekologicznych rozwiązań wśród MŚP, w tym z zakresu GOZ np. wykorzystujących metodologię analizy cyklu życia produktu, 1.4. Rozwój sektora rolnego i zwiększenie jego konkurencyjności – Ważnym wyzwaniem będzie ograniczenie strat i marnotrawienia żywności oraz zarządzanie łańcuchem żywnościowym odwołującym się do koncepcji GOZ 3.5. Racjonalizacja gospodarki odpadami
małopolskie	17 grudnia 2020 r.	Cel główny: Gospodarka Cel szczegółowy: Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka; 6.GOZ 6.1. Upowszechnianie zasad GOZ 6.2. Kadry dla wdrażania zasad 6.3. Efektywne wykorzystanie produktów, surowców i odpadów; 6.4. Rozwiązania regulacyjne na rzecz GOZ
mazowieckie	24 sierpnia 2021 r. (projekt)	Środowisko i energetyka Działania w kierunku GOZ 4. Rozwój wyspecjalizowanej gospodarki 4.3. Wzmacnianie zielonej transformacji przedsiębiorstw w kierunku GOZ 13. Poprawa jakości środowiska 13.2. Wdrożenie spójnego systemu gospodarki odpadami, możliwie bliskiego GOZ
opolskie	Projekt marzec 2021	Cel Polityki 2: „Bardziej przyjazna dla środowiska bezemisyjna Europa” (w tym transformacja sektora energetycznego, przejście na GOZ, dostosowanie do zmian klimatu i zarządzanie ryzykiem);
podkarpackie	28 września 2020 r.	Gospodarka i Nauka 1.4. Gospodarka cyrkularna (Gospodarka obiegu zamkniętego) Dostosowanie procesów gospodarczych do warunków wynikających ze współczesnych standardów środowiskowych 1.4.1. Gospodarka cyrkularna, jako kierunek dalszego, zrównoważonego rozwoju gospodarki regionu
podlaskie	27 kwietnia 2020 r.	Cel strategiczny: Dynamiczna gospodarka 1.4 Rewolucja energetyczna i gospodarka obiegu zamkniętego
pomorskie	12 kwietnia 2021 r.	Cel strategiczny: Trwałe bezpieczeństwo
śląskie	19 października 2020 r.	Cel strategiczny: Bardziej przyjazna dla środowiska niskoemisyjna Europa – czysta i sprawiedliwa transformacja energetyki, zielone i niebieskie inwestycje, gospodarka o obiegu zamkniętym, przystosowanie do zmiany klimatu oraz zapobieganie ryzyku

1	2	3
świętokrzyskie	29 marca 2021 r.	Cel strategiczny: Inteligentna gospodarka i aktywni ludzie 1.3.6. Dążenie do zrównoważonego rozwoju w oparciu GOZ, w tym biogospodarki
warmińsko-mazurskie	18 lutego 2020 r.	przechodzenie na gospodarkę o obiegu zamkniętym (gospodarka odpadami, ekoinnowacje, gospodarka zasobooszczędna, zielona przedsiębiorczość, czystsza produkcja, przedłużanie czasu życia obecnych na rynku produktów itp.); Cel strategiczny: Mocne fundamenty
wielkopolskie	27 stycznia 2020 r.	Cel strategiczny: Rozwój infrastruktury z poszanowaniem środowiska przyrodniczego Wielkopolski – Działania na rzecz racjonalnej gospodarki odpadami – promowanie transformacji w kierunku GOZ
zachodniopomorskie	28 czerwca 2019 r.	Pomorze Zachodnie – lider niebieskiego i zielonego wzrostu zapewniającego wysoką jakość życia mieszkańców.

Źródło: Strategie województw.

2. Badania ankietowe i wywiady – wyniki

Badanie ankietowe i wywiady dotyczące wyzwań, szans i barier rozwoju GOZ zostały przeprowadzone w okresie maj–sierpień 2021 r. wśród przedstawicieli województw oraz ekspertów. Dodatkowo województwa lubelskie, mazowieckie, śląskie, świętokrzyskie, wielkopolskie oraz zachodniopomorskie udzieliły pisemnych odpowiedzi, które były wykorzystane do przygotowania rekomendacji dla Banku Światowego w celu zidentyfikowania obszarów wymagających wsparcia i dodatkowego finansowania.

Na podstawie otrzymanych odpowiedzi i rozmów stwierdzono, że respondenci dysponują wiedzą z zakresu pojęć i definicji GOZ. Potrafią zidentyfikować obszary wymagające interwencji, a także znają obowiązujące regulacje prawne i przepisy, które bezpośrednio lub pośrednio mają wpływ na rozwój GOZ w Polsce.

Wskazane przez uczestników badania szanse dla rozwoju GOZ przedstawiono na rysunku 1. Największe szanse dostrzega większość respondentów w edukacji społeczeństwa w zakresie cyrkularności. Prowadzenie kompleksowej kampanii informacyjno-promocyjnej, zarówno wśród konsumentów, jak i przedsiębiorców, pozwoli na sprawniejszą i skuteczniejszą transformację do modelu GOZ. Konsumenty będą dokonywać zrównoważonych wyborów i coraz chętniej wybierać np. produkty pochodzące z recyklingu lub korzystać z platform współdzielenia, które zyskują coraz większe zainteresowanie, zwłaszcza wśród młodego pokolenia i osób o coraz szerszej wiedzy o wpływie zużywanych zasobów na środowisko i ich wyczerpywaniu.

Przedsiębiorcy posiadający większy zakres wiedzy odnośnie do zalet GOZ będą podejmować planować i wdrażać innowacyjne rozwiązania i technologie oparte na założeniach GOZ. Działania te oraz wzrost popularności GOZ wpłyną na obniżenie kosztów wprowadzanych innowacyjnych rozwiązań i pozwolą je wdrażać w szerszym zakresie.



Rys. 1. Szanse dla rozwoju gospodarki GOZ
1–6 liczba odpowiedzi z poszczególnych regionów
Źródło: opracowanie własne

Przedstawiciele samorządów wojewódzkich dostrzegają duże szanse w rozwoju technologicznym. Istotne będzie wzmocnienie w tym zakresie współpracy pomiędzy nauką a biznesem, tworzenie nowych modeli biznesowych, symbioz gospodarczych oraz partnerstw międzybranżowych. Stosowane nowe technologie i przebudowa dotychczasowych procesów produkcyjnych na bardziej efektywne, środowiskowo i ekonomicznie, to kluczowe warunki rozwoju gospodarki o obiegu w pełni zamkniętym.

Proces wdrażania GOZ w Polsce będzie wspierał udział odnawialnych źródeł w miksie energetycznym oraz efektywność energetyczną, podobnie jak nowe materiały i ekoprojektowanie wyrobów o dłuższym okresie użytkowania, możliwych do naprawy, modernizacji lub recyklingu.

Najistotniejszą barierą, wskazywaną przez uczestników badania, jest niska wiedza o GOZ wśród uczestników rynku. Dlatego postulowane jest zwiększenie działań edukacyjnych, na równi z innymi formami wsparcia, m.in. finansowymi. Wprowadzenie zachęt finansowych oraz ulg podatkowych dla podmiotów wdrażających rozwiązania GOZ będzie kluczowe

dla jej rozwoju. Zazwyczaj zwrot dość dużych kosztów poniesionych na nowe inwestycje jest długoterminowy, dlatego na ich wprowadzanie decydują się obecnie firmy dysponujące większym kapitałem. Obniżenie tych kosztów, poprzez różnego rodzaju wsparcie finansowe, może zachęcić do inwestowania w nowe technologie również przedsiębiorców z mniejszym kapitałem.

Kolejną barierą jest brak odpowiedniej legislacji, rozproszenie dokumentów prawnych dotyczących GOZ, a także powolny proces wprowadzania zmian. Respondenci zauważyli, że zmiany legislacyjne powinny wyprzedzać wdrażanie modelu GOZ. Ich brak, powoduje, że wiele pomysłów oraz projektów wspierających nowy model gospodarki np. związanych z wykorzystaniem odpadu jako produktu, nie może być realizowane, a są to najsukuczniejsze stymulanty wdrażania rozwiązań GOZ.

Warto również dodać, że wdrożenie GOZ wymaga wysoko wykwalifikowanej kadry oraz pracowników z nowymi umiejętnościami, a jest ich brak.

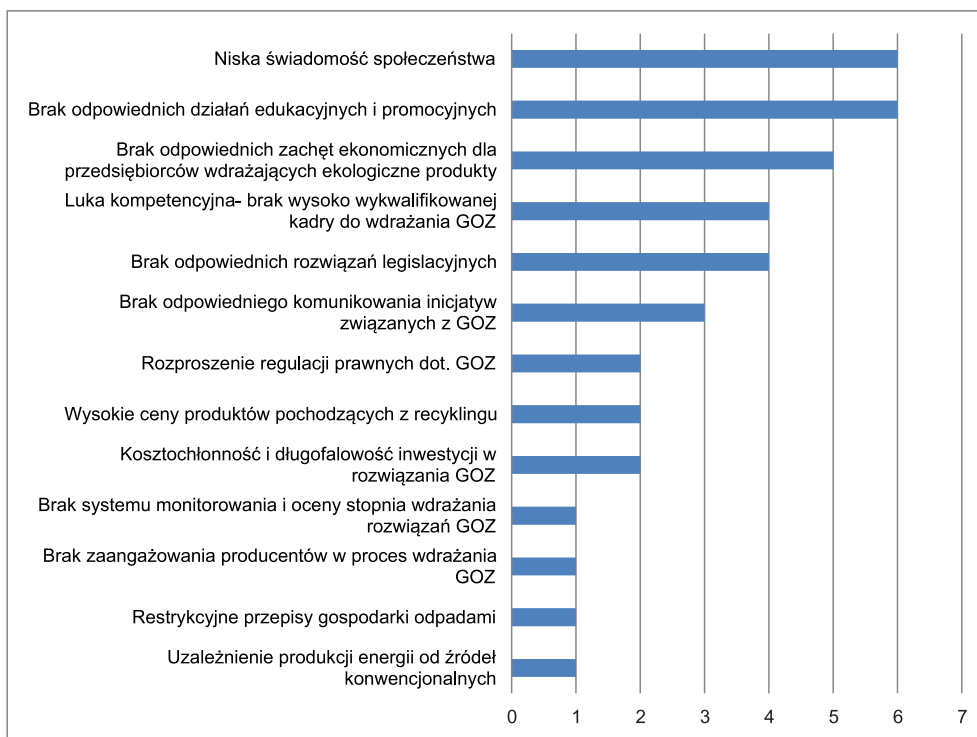
Najistotniejsze, z punktu widzenia samorządów, wydają się zmiany dotyczące gospodarowania odpadami komunalnymi, jako bezpośrednio związane z ich obszarem działania. Pakiet dyrektyw odpadowych, przyjęty w 2018 r., dotyczył znacznych zmian w zakresie gospodarki odpadami i w wykorzystywaniu opakowań. Ograniczył możliwość składowania odpadów, wprowadził zbiórkę dodatkowych frakcji odpadów komunalnych i narzucił ambitne cele co do poziomów recyklingu poszczególnych frakcji.

W zasadzie istotne zmiany legislacyjne w zakresie ekoprojektowania, gospodarki odpadami czy tworzywami sztucznymi, podobnie jak Mapa drogowa transformacji w kierunku GOZ przyjęta w 2019 r. nie są same w sobie znaczącą szansą dla samorządu gminnego. Jednak należy pozytywnie ocenić dążenia w kierunku regulacji prawnej zagadnień związanych z GOZ. Gospodarowanie odpadami zgodnie z przepisami wymuszającymi ich segregację, a także zwracające uwagę na ich jakość, zmierzają w kierunku działań prośrodowiskowych.

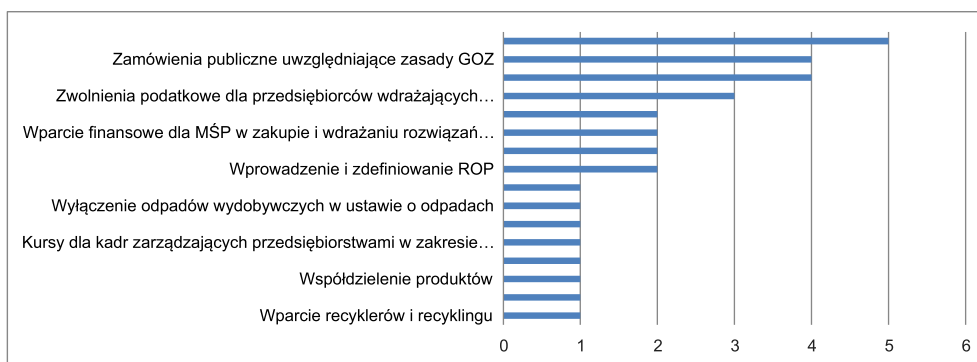
Dla rozwoju GOZ w Polsce ważne jest organizowanie zrównoważonych ekosystemów gospodarczych, wpływających na zmniejszenie zapotrzebowania na surowce nieodnawialne w procesach produkcyjnych, poprzez wykorzystanie odpadów jako surowców oraz generowanie nowych, wysokiej jakości zielonych miejsc pracy. Założenia GOZ, dotyczące minimalizowania ilości wytwarzanych odpadów oraz promocji ponownego ich wykorzystania, a także odpowiedzialnego gospodarowania zasobami żywności i przeciwdziałania jej marnowaniu, przyczyniają się również do realizacji celów środowiskowych i klimatycznych UE. Wzrost świadomości konsumentów, poprzez właściwą edukację oraz stosowanie eko-certyfikacji produktów i usług, potwierdzają minimalizację negatywnego ich wpływu na środowisko.

W celu zminimalizowania zagrożeń badani w ankietach zaproponowali szereg działań wspierających proces wdrażania GOZ. Zebrane propozycje przedstawiono na rysunku 3.

Jako najważniejsze uznano edukację oraz działania zachęcające do postaw prośrodowiskowych wśród konsumentów i wprowadzenie strategii GOZ wśród przedsiębiorców oraz upowszechnienie ekoprojektowania. Według ankietowanych spowoduje to rozwój przedsiębiorczości, która podejmowałaby działania realizujące cele GOZ, a konsumenci będą bardziej świadomi konsekwencji podejmowanych decyzji nabywczych.



Rys. 2. Bariery i zagrożenia dla wdrożenia GOZ
Źródło: opracowanie własne



Rys. 3. Wybrane działania wspierające GOZ
Źródło: opracowanie własne

Konieczne jest także opracowanie odpowiedniego programu ulg podatkowych oraz wsparcia finansowego dla MŚP przy zakupie i wdrażaniu rozwiązań GOZ. Wsparcie powinno dotyczyć zakupu infrastruktury związanej np. z wdrażaniem nowego (lub skorygowanego) modelu biznesowego zgodnego z GOZ lub innych rozwiązań przyczyniających się do ograniczania zużycia energii bądź zasobów oraz wytwarzania odpadów (np. fotowoltaika, pompy ciepła, oświetlenie energooszczędne, systemy zarządzania energią, systemy umożliwiające wirtualizację procesów).

Istotne będzie także wsparcie recyklerów i technologii recyklingowych umożliwiające odzysk materiałów oraz ich ponowne użycie dzięki wprowadzeniu ulg podatkowych lub podobnych mechanizmów, które pozwolą uzyskać surowce wtórne, zbliżone pod względem jakości i ceny do surowców pierwotnych.

Ankietowani wskazali również na istotne znaczenie certyfikacji i ekoznakowania w procesie wdrażania GOZ. Informują one potencjalnych konsumentów o proekologicznej postawie producenta, a także wpływie nabywanego produktu na środowisko. Producenci, wprowadzając do swojej oferty rozwiązania prośrodowiskowe, mają wpływ na kształtowanie postaw konsumentów, co do ich wyborów i przyzwyczajzeń. Przedsiębiorca posiadający odpowiednie certyfikaty i deklaracje środowiskowe na swoje wyroby informuje rynek, że zobowiązał się do ograniczenia wpływu procesów produkcyjnych na środowisko i w ten sposób jest atrakcyjnym i konkurencyjnym partnerem biznesowym.

Dla rozwoju GOZ w Polsce kluczowe będzie również opracowanie programu edukacyjnego zwiększającego kompetencje kadry zarządzającej MŚP w zakresie tworzenia, rozwijania oraz wdrażania innowacji zgodnych z GOZ. Ponadto, opracowanie platformy internetowej zawierającej przykłady istniejących w ramach GOZ rozwiązań oraz korzyści wynikających z ich wdrożeń dla przedsiębiorstw może być inspiracją dla firm i wpłynie korzystnie na ich popularyzację.

Podsumowanie

Planowanie i wdrażanie modeli GOZ to kolejne wyzwanie dla władz regionalnych. Realizacja celów wymagać będzie nie tylko znaczącego wsparcia finansowego dla nowych inwestycji (przewidywanego w wielu dokumentach UE i w Polsce), ale także zmiany wielu działań organizacyjnych i edukacyjnych. Dotyczy to głównie gospodarki odpadami, gdzie w wielu dokumentach określono mierzalne cele i wskaźniki, często zgodne z ideą GOZ, ale z brakiem konkretnych rozwiązań wspierających proces ich realizacji. Istotną barierą jest powolny proces zmian legislacyjnych, w tym przejrzystych planów konkretnych rozwiązań dla ich realizacji oraz transparentnego podziału kompetencji dla ich egzekwowania. Kolejnym wyzwaniem jest wsparcie rozwoju nowych modeli biznesowych GOZ tj. „produkt jako usługa”, platformy współdzielenia, wirtualizacja, które zyskują coraz większe zainteresowanie wśród przedstawicieli młodego pokolenia i osób o coraz większej świadomości społecznej w zakresie wpływu na środowisko zużywanych zasobów i ich wyczerpywania.

Z prowadzonych analiz i badań ankietowych wynika, iż z perspektywy województwa niezbędne będzie wprowadzenie ROP (Rozszerzonej Odpowiedzialności Producenta), wsparcie recyklerów i technologii recyklingowych umożliwiający odzysk materiałów oraz ich ponowne użycie. Niezbędne jest także wprowadzenie wsparcia dla recyklerów poprzez ulgi podatkowe czy podobne mechanizmy, które pozwolą na powstanie surowca wtórnego, jakościowo i cenowo zbliżonego do surowca pierwotnego. Często koszty powstania surowca z recyklingu są wyższe niż surowca pierwotnego. Należy jednak pamiętać, że korzyści środowiskowe są większe w przypadku recyklingu.

Wyzwaniem jest upowszechnienie zasad ekoprojektowania, które będą uwzględniały wpływ produktu na środowisko w całym cyklu jego życia, a także ograniczały wprowadzenie na rynek produktów trudnych do demontażu, segregacji i nienadających się do recyklingu. W ten sposób możliwy będzie łatwiejszy odzysk cennych surowców i ponowne ich wprowadzenie do obiegu. Regiony czekają na aktualizację Krajowego Programu Gospodarki Odpadami i zmianę Ustawy o odpadach, do których będą dostosowywać swoje strategie.

W transformacji GOZ niezbędne byłyby działania stymulujące wzrost i rozwój przedsiębiorczości, która podejmowałaby działania realizujące cele GOZ. Należałoby umożliwić również, działania wspierające powstawanie i rozwój centrów obsługi/usług wspólnych, opartych na zdalnym co-workingu, promujące rzemiosło i wspierające rozwój mikro- i małych przedsiębiorstw prowadzących działalność w zakresie naprawy produktów.

Przyjmując że GOZ to nie chwilowa zmiana, a długotrwały trend wspierający zrównoważony rozwój, niezbędne i pilne są powszechne działania wskazane w ankietach tj.:

- przeprowadzanie ogólnopolskiej kampanii informacyjno-promocyjnej skierowanej do różnych uczestników rynku, w zakresie ich wpływu na środowisko oraz zachęcających do prośrodowiskowych postaw konsumentów i działalności cyrkularnej przedsiębiorców;
- doradztwo w zakresie wdrażania rozwiązań zgodnych z GOZ oraz korygowania modeli biznesowych dla działalności przedsiębiorstw włączającej elementy GOZ;
- opracowanie programu edukacyjnego zwiększającego kompetencje kadry zarządzającej MŚP w zakresie tworzenia, rozwijania oraz wdrażania innowacji zgodnych z GOZ;
- opracowanie platformy internetowej z przykładami istniejących w ramach GOZ rozwiązań oraz korzyści dla przedsiębiorstw wynikających z ich wdrożeń;
- określenie kryteriów wsparcia dla inwestycji zgodnych z GOZ.

PROPOZYCJA BUDOWY ZAGREGOWANEGO WSKAŹNIKA OCENY TRANSFORMACJI W KIERUNKU GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM DLA REGIONÓW W POLSCE

Paulina HARAZIN

Joanna KULCZYCKA

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

Ewa KOPEĆ

Akademia Ignatianum, Kraków

Wprowadzenie

W Opinii Europejskiego Komitetu Regionów pt. *Nowy plan działania dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym* z 18 grudnia 2020 r. (Opinia Europejskiego Komitetu Regionów) zwrócono uwagę na potrzebę opracowania i wdrożenia wskaźników na szczeblu lokalnym i regionalnym dla oceny postępów i wyzwań, a także ułatwienia władzom lokalnym i regionalnym wdrażania strategii GOZ. Wskaźniki służące do monitorowania transformacji regionów umożliwiają efektywne planowanie i ocenę prowadzonych działań oraz polityki rozwoju, a także zdolność podmiotów do przystosowywania się do nowych warunków wyznaczanych przez cele GOZ.

Oceniane działania dotyczą nie tylko aspektów związanych z technologią i strategiami postępowania z zasobami i odpadami, ale powinny uwzględniać również aspekty ekonomiczne i społeczne, m.in. poziom ekoinnowacyjności, współdzielenie, rozwój sektora usług i branży ICT, zatrudnienie oraz zmiany zachowań konsumentów. Ważne jest także, aby uwzględniać cały łańcuch wartości, tj. od etapu projektowania, poprzez produkcję, użytkowanie, naprawę i regenerację, do zagospodarowania odpadów i uzyskania surowców wtórnych wprowadzanych ponownie do obiegu w gospodarce (Kulczycka i in. 2020).

W związku z tym ocena transformacji w kierunku GOZ, podobnie jak rozwój społeczno-gospodarczy jednostek terytorialnych, jest prowadzona dzięki wykorzystaniu systemu wskaźników. Ich wartości normatywne oraz poziomy docelowe powinny być indywidualnie dobrane

w zależności od sytuacji społeczno-gospodarczej oraz specyfiki danego regionu, a także powinny uwzględniać wyznaczone kierunki rozwoju w regionalnych strategiach. Dodatkowo, nadanie wskaźnikom wag, przy opracowaniu indeksu (wskaźnika agregatowego) transformacji GOZ w regionie umożliwi dokonywanie analizy porównawczej. Wyzwaniem dla takich działań jest określenie celów i wag poszczególnych wybranych wskaźników oraz wprowadzenie ich do planów działań. W tym ujęciu ważne jest także zintegrowanie GOZ z działaniami w zakresie klimatu, środowiska i zrównoważonego rozwoju sieci gmin i miast. Barięram jest pozyskanie danych regionalnych, w tym dotyczących przepływów materiałów na poziomie lokalnym oraz finansowanie innowacyjnych rozwiązań przy braku dobrych praktyk i wystarczającej wiedzy o modelu GOZ w społeczeństwie. Korzyściami są przede wszystkim możliwości szerszego wykorzystania zasobów lokalnych i odpadów, wdrażania rozwiązań pozwalających na tworzenie nowych miejsc pracy, zmniejszanie presji na środowisko, a także wzmocnienie bezpieczeństwa dostaw poprzez bardziej transparentne zarządzanie zasobami.

W opracowaniu wykonano ocenę transformacji w kierunku GOZ w województwach Polski, korzystając z dostępnych danych statystycznych, niezbędnych dla wybranych wskaźników oraz ich oczekiwaną tendencją zmian (stymulanta lub destymulanta). Następnie zaproponowano rozwiązania dla gospodarki Polski. Każdemu ze wskaźników nadano taką samą wagę (o wielkości 1), a ich wartości przeliczano w relacji do wartości produktu krajowego brutto (PKB) i liczby mieszkańców.

Celem opracowania jest zaproponowanie metodyki oceny porównawczej województw, a także określenie możliwości pozyskiwania dodatkowych danych regionalnych, niezbędnych dla kompleksowego pomiaru postępu wdrażania GOZ. Ponadto, zachęcenie do przeprowadzenia badań ankietowych wśród mieszkańców lub ekspertów w celu określenia wag poszczególnym wskaźnikom. Zaproponowane indeksy wraz z wagami mogą być wykorzystywane podczas opracowania regionalnych planów GOZ oraz wskazania kierunków działań i interwencji dla transformacji gospodarki w kierunku GOZ. Analizą objęto wskaźniki zaproponowane w projekcie oto-GOZ z tzw. obszaru zrównoważonej produkcji, wykorzystując dostępne w GUS dane dla 2015 i 2019 r.

1. Zastosowanie zagregowanych wskaźników do oceny pomiaru rozwoju społeczno-gospodarczego regionów w dotychczasowych badaniach

Dostępna jest obszerna literatura z zakresu wielowymiarowej analizy, a syntetyczny wskaźnik był wykorzystywany w wielu badaniach dotyczących rozwoju społeczno-gospodarczego jednostek terytorialnych na różnych szczeblach gmin (Dziekański 2014), powiatów (Radzimski 2011; Podstawka i Suchodolski 2019), oraz województw (Czyżycki 2012; Warzecha 2013). Pomiar rozwoju regionów dotyczył często rozwoju społeczno-gospodarczego jako całości, jednak analizowany był również pod kątem konkretnych aspektów, m.in. sytuacji finansowej, demograficznej, gospodarczej czy spójności analizowanych regionów.

Ponadto uniwersalność syntetycznego wskaźnika pozwala na wykorzystanie go jako narzędzia do analizy poziomu i warunków życia (Badach i Zioło 2012), jakości środowiska (Warzecha 2013), rynku nieruchomości (Mazur i Witkowska 2006) oraz klasyfikacji firm (Jędrzejczak-Gas 2015; Gostkowska-Drzewicka 2015). Ocena stopnia zróżnicowania rozwoju społeczno-gospodarczego województw w latach 2005 i 2015 w kontekście polityki spójności przedstawiła w swojej pracy Michoń (2017). Do analizy wykorzystano dane przygotowane przez GUS, a obliczenia przeprowadzono w oparciu o wzorcową metodę porządkowania liniowego Hellwiga.

Należy zaznaczyć, że istnieje wiele metod statystycznych wykorzystywanych w analizie wielowymiarowej, które wpływają na uzyskane wyniki, a tym samym warunkują pozycję województw w rankingu. Wpływ danej metody klasyfikacji oraz procedury normalizacji zmiennych na utworzone klasyfikacje województw przedstawiły Malchar i Zielińska-Sitkiewicz (2017) wykorzystując Syntetyczny Miernik Rozwoju (SMR) oraz Wskaźnik Względego Poziomu Rozwoju (BZW). Natomiast do normalizacji zmiennych zastosowano formuły standaryzacji klasycznej, standaryzacji Webera oraz unitaryzacji. Do badania wykorzystano 7 zmiennych, a analiza została przeprowadzona dla danych za 2010 i 2014 r. Wyniki wskazują, że korzystanie z różnych metod normalizacji cech diagnostycznych ma wpływ na alternatywny ranking województw, który nie wynika ze zmiany struktury danych. Algorytm doprowadzania zmiennych do ich wzajemnej porównywalności może przyczyniać się do różnic w uporządkowaniu województw w danym roku, co nie jest powiązane ze zmianą poziomu rozwoju danego regionu.

Wykorzystując dynamiczny miernik syntetyczny, Bożek, Szewczyk i Jaworska (2021), porównały poziom rozwoju społecznego województw w latach 2010–2019. Do analizy przyjęły zbiór 11 cech diagnostycznych, charakteryzujących województwa pod względem sytuacji demograficznej, rynku pracy, edukacji, warunków życia oraz ochrony zdrowia. Badanie zostało przeprowadzone w ujęciu statystycznym i dynamicznym, aby umożliwić ocenę wielkości zmian w poziomie rozwoju obiektów w badanym okresie. Wartość dynamicznego wskaźnika poziomu rozwoju pozwoliła na wyłonienie województw, w których nastąpił wzrost, uwzględniając wybrane wskaźniki oraz takie w których nastąpiła regresja rozwoju. Wzrost różnic między skrajnymi wartościami mierników syntetycznych obliczonych dla 2019 i 2010 r. świadczy o zwiększeniu dysproporcji między województwami. Uzyskane wyniki są ważną informacją i wskazówką do wdrażania kolejnych działań, zwłaszcza w obszarach, które wymagają dodatkowych interwencji wpływających na zmniejszenie dysproporcji w rozwoju.

Warto zwrócić również uwagę na zapisy normy PN-ISO 37120:2015-03 pt. *Zrównoważony rozwój społeczny – Wskaźniki usług miejskich i jakości życia* opublikowanej przez Polski Komitet Normalizacyjny. Ich zastosowanie ma pomóc miastom w kierowaniu i ocenie efektów działalności w zakresie usług miejskich oraz jakości życia. Podany w normie zbiór znormalizowanych wskaźników pozwala ujednoczyć podejście do tego, co jest mierzone oraz definiuje sposób przeprowadzenia pomiarów. Wskaźniki ujęte w normie mogą być wykorzystywane do śledzenia i monitorowania postępów działalności miast, a także określania potrzeb i dalszych kierunków ich rozwoju.

2. Cel i zakres pracy

Propozycje wskaźników monitorowania postępu wdrażania strategii GOZ na poziomie kraju i regionu zostały wypracowane w ramach projektu oto-GOZ (Nowaczek i in. 2020). Kolejnym etapem prac jest opracowanie syntetycznego miernika rozwoju, który pozwoli na prowadzenie analizy porównawczej poszczególnych regionów (województw). Bazą do obliczeń zagregowanego indeksu GOZ w województwach są wskaźniki dotyczące zużycia surowców i energii, postępowania z odpadami, emisji, śladu węglowego i środowiskowego, a także informacji bezpośrednio związanych z GOZ, tzn. zainwestowanych środków w tym obszarze, patentów, strategii czy przeprowadzonych szkoleń. Proponowane pojedyncze wskaźniki mogą być bazą dla opracowania zagregowanego wskaźnika, który umożliwi kwantyfikację złożonego, wielowymiarowego zjawiska za pomocą jednej wartości liczbowej, co ułatwia interpretację, a także porównywanie analizowanych obiektów między sobą.

Celem analizy było wyznaczenie syntetycznej miary rozwoju GOZ (tzw. zagregowanego wskaźnika lub indeksu GOZ) dla poszczególnych województw w Polsce. Wypracowane indeksy służą do badania stanu zaawansowania GOZ, a także do określenia ich pozycji na tle pozostałych jednostek w postępie wdrażania działań w obszarze GOZ. Zaproponowane indeksy mogą być wykorzystywane podczas opracowywania regionalnych strategii rozwoju, a także umożliwiają wskazanie kierunków kolejnych działań i interwencji w transformacji gospodarki w kierunku GOZ.

Przeanalizowano dostępne źródła danych regionalnych, które mogą być istotne dla rozwoju GOZ. Na podstawie obliczeń przygotowano dwa rankingi: dla 2015 i 2019 r. W 2015 r. Unia Europejska przyjęła pakiet aktów prawnych dotyczących GOZ. W związku z tym w latach 2015–2019 wprowadzono szereg istotnych zmian legislacyjnych w zakresie ekoprojektowania, odpadów czy tworzyw sztucznych. Ponadto, w grudniu 2019 r. UE ogłosiła Europejski Zielony Ład – unijną strategię gospodarczą, która pozwoli na przekształcenie społeczeństwa Europy w neutralne klimatycznie, sprawiedliwe i dostatnie, o gospodarce nowoczesnej, zasobooszczędnej oraz konkurencyjnej. 2019 r. to również ważny czas dla GOZ w Polsce – przyjęto Mapę drogową transformacji w jej kierunku. Dlatego 2015 r. reprezentuje stan początkowego wdrożenia koncepcji GOZ, natomiast 2019 r. przedstawia sytuację po wprowadzeniu szeregu zmian i modernizacji wpisujących się w nowy model gospodarki cyrkularnej. Takie porównanie umożliwi ocenę postępu wdrażania GOZ w poszczególnych jednostkach terytorialnych oraz pozwala odpowiedzieć na pytanie, czy dysproporcje w poziomie implementacji GOZ między województwami zmniejszyły się czy też pogłębiły w okresie objętym analizą, a także umożliwia wskazanie województw, w których należy przyspieszyć tempo wdrażania działań wspierających rozwój GOZ.

3. Metoda badań

Przedmiotem badań są województwa Polski poddane analizie pod względem stopnia transformacji w kierunku GOZ w 2019 r. w porównaniu do roku 2015. Zastosowaną metodę wskaźnikową oparto na zestawie szesnastu indyktorów szczegółowych w dwóch grupach (po osiem wskaźników) oraz analizie dwóch syntetycznych indyktorów GOZ. Wybór odpowiednich wskaźników wykonano na bazie proponowanych wskaźników opracowanych w ramach projektu „oto-GOZ” (Kulczycka red. 2020), z uwzględnieniem dostępności danych. W badaniu wykorzystano dane dla 2015 i 2019 r. pochodzące z Banku Danych Lokalnych i GUS w Polsce. W analizie porównano kondycję województw w zakresie GOZ, wykorzystując dane empiryczne, podzielone na dwa zbiory po 8 wskaźników (zmiennych) diagnostycznych dla każdego zbioru:

- X_{CO_2} – emisje CO_2 [tys. Mg],
- $X_{\text{środ}}$ – nakłady na ochronę środowiska ogółem [tys. zł],
- $X_{\text{odp przem}}$ – masa odpadów wytworzonych, z wyłączeniem odpadów komunalnych [tys. Mg],
- $X_{\text{odp kom}}$ – zebrane (zmieszane) odpady komunalne [kg],
- $X_{\%OZE}$ – udział OZE w produkcji energii elektrycznej [%],
- $X_{\text{skład}\%kom}$ – udział masy składowanych odpadów komunalnych w masie zebranych odpadów komunalnych [%],
- $X_{\text{odzysk kom}}$ – udział odpadów poddanych odzyskowi [%],
- X_{energia} – zużycie energii elektrycznej [GWh].

W badaniu uwzględniono wśród prezentowanych grup indyktorów wskaźniki w zestawieniu z PKB (mln zł) oraz z liczbą ludności w województwach. W tabelach 1 i 2 przedstawiono wartości wskaźników dla poszczególnych województw w przeliczeniu na 1 mieszkańca oraz wartość PKB dla 2015 i 2019 r., a w tabeli 3 udziały procentowe tych wskaźników.

Analizowany zestaw wskaźników wskazuje na bardzo duże rozbieżności pomiędzy poszczególnymi województwami w postępie wdrażania GOZ.

Dla emisji $CO_2/\text{osobę}$ różnica wartości wskaźnika pomiędzy największym emitentem (łódzkie), a najniższym (warmińsko-mazurskie) to około 94%. Przy wskaźnikach przeliczonych na PKB różnice utrzymują się na poziomie 90%, a więc też wysokim. Jest to ważny sygnał dla województw, chociaż różnią się one np. poziomem rozwoju i rodzajem przemysłu, co ma odzwierciedlenie m.in. w emisji, ilości generowanych odpadów oraz zużyciu energii. Podobne dysproporcje można zaobserwować dla wskaźników $X_{\text{odp przem}}$, $X_{\%OZE}$ i X_{energia} , które kształtują się na poziomie ponad 90%, w obu wariantach (na osobę i na PKB). Różnice dotyczą podobnego poziomu w obu analizowanych latach, ale niektóre z nich uległy zwiększeniu.

Mniejsze różnice, rzędu 50%, występują pomiędzy województwami w zakresie środków zainwestowanych w ochronę środowiska, zebranych odpadów komunalnych oraz zużycia energii elektrycznej.

Tabela 1. Zestawienie wskaźników przeliczonych na 1 osobę w 2015 i 2019 roku

Województwo	X_{CO_2} [Mg/os]		X_{koc} [tys. zł/os]		$X_{ocp\ przem}$ [Mg/os]		$X_{ocp\ kom}$ [Mg/os]		$X_{energia}$ [MWh/os]	
	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019
	Dolnośląskie	4,40	3,52	0,40	0,28	12,21	11,75	339,79	404,46	4,59
Kujawsko-pomorskie	3,99	4,68	0,39	0,20	1,62	0,79	283,99	332,64	3,77	4,07
Lubelskie	2,32	2,36	0,23	0,32	3,19	3,31	179,53	234,49	2,75	2,90
Lubuskie	1,94	3,27	0,42	0,27	0,62	0,65	327,91	380,09	3,55	3,92
Łódzkie	16,86	15,53	0,33	0,33	4,38	3,38	263,22	333,63	4,88	5,25
Mazowieckie	3,19	2,62	0,49	0,28	1,80	1,91	236,02	316,27	3,70	3,93
Mazowieckie	5,32	5,99	0,41	0,44	1,08	1,09	310,75	320,14	4,67	5,23
Opolskie	12,34	14,00	0,42	0,37	1,70	1,98	278,76	339,22	4,99	5,84
Podkarpackie	1,43	1,35	0,23	0,30	1,10	0,39	196,28	241,80	2,50	2,66
Podlaskie	1,65	1,81	0,32	0,28	0,73	0,42	240,64	283,49	2,39	2,75
Pomorskie	2,86	2,82	0,37	0,29	0,69	0,44	305,01	370,69	3,49	3,79
Śląskie	8,30	7,04	0,44	0,40	7,98	6,75	331,97	376,51	5,67	5,85
Świętokrzyskie	9,88	11,01	0,37	0,31	5,66	4,09	165,97	232,14	3,85	4,26
Warmińsko-mazurskie	1,00	1,20	0,19	0,18	0,73	0,70	270,49	306,34	2,51	2,82
Wielkopolskie	4,67	3,11	0,58	0,33	1,66	1,01	308,13	354,51	3,48	3,69
Zachodniopomorskie	5,00	3,67	0,41	0,28	2,88	3,36	336,56	391,13	3,53	3,57

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS.

Tabela 2. Zestawienie wskaźników przeliczonych na PKB (mln zł) w 2015 i 2019 r.

Województwo	X_{CO_2} [Mg/ mln zł PKB]		$X_{s_{rod}}$ [tys. zł/ mln zł PKB]		$X_{odp_{przem}}$ [tys. Mg/ mln zł PKB]		$X_{odp_{kom}}$ [Mg/ mln zł PKB]		$X_{energia}$ [GW/h/ mln zł PKB]	
	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019
	Dolnośląskie	54,01	84,29	4,26	7,72	0,234	0,180	6,20	6,51	0,08
Kujawsko-pomorskie	98,41	104,32	4,25	10,11	0,042	0,017	7,00	7,43	0,09	0,10
Lubelskie	57,74	72,08	7,92	7,00	0,099	0,081	5,74	5,57	0,07	0,09
Lubuskie	67,46	49,61	5,50	10,76	0,016	0,013	7,84	8,37	0,08	0,09
Łódzkie	276,03	384,35	5,90	7,41	0,100	0,060	5,93	6,00	0,09	0,11
Małopolskie	48,06	75,47	5,06	11,50	0,043	0,035	5,81	5,59	0,07	0,09
Mazowieckie	62,13	71,41	4,56	5,54	0,015	0,011	3,32	4,17	0,05	0,06
Opolskie	297,21	325,95	7,77	10,97	0,045	0,042	7,20	7,37	0,12	0,13
Podkarpackie	32,23	42,86	7,27	7,00	0,033	0,009	5,78	5,90	0,06	0,08
Podlaskie	41,98	49,35	6,47	9,52	0,022	0,010	6,59	7,18	0,06	0,07
Pomorskie	48,77	63,49	5,09	8,16	0,015	0,008	6,40	6,77	0,07	0,08
Śląskie	115,38	170,51	6,58	8,99	0,164	0,111	6,17	6,82	0,10	0,12
Świętokrzyskie	257,39	290,98	7,34	10,90	0,167	0,095	5,43	4,89	0,10	0,11
Warmińsko-mazurskie	29,41	29,99	4,41	5,80	0,022	0,017	7,49	8,12	0,07	0,08
Wielkopolskie	48,09	91,93	5,09	11,45	0,033	0,016	5,49	6,06	0,06	0,07
Zachodniopomorskie	74,00	126,12	5,55	10,41	0,073	0,068	7,89	8,48	0,07	0,09

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS.

Tabela 3. Zestawienie przeliczonych wskaźników 2015 i 2019 r.

Województwo	$X_{\%OZE}$ [%]		$X_{sklad\%kom}$ [%]		$X_{odzysk\ kom}$ [%]	
	2015	2019	2015	2019	2015	2019
Dolnośląskie	9,40	9,00	60,20	45,30	2,82	2,86
Kujawsko-pomorskie	68,60	45,50	62,70	57,50	9,79	22,31
Lubelskie	5,80	23,20	47,10	59,30	1,21	2,13
Lubuskie	14,40	21,60	64,70	44,30	26,06	25,36
Łódzkie	3,30	5,40	52,40	38,80	8,94	5,45
Małopolskie	7,00	10,60	46,90	40,70	61,48	55,51
Mazowieckie	7,90	5,40	52,20	33,90	10,01	13,55
Opolskie	7,60	4,00	68,70	65,20	50,82	46,75
Podkarpackie	19,80	24,00	53,10	56,00	7,31	12,10
Podlaskie	70,10	75,20	36,30	14,10	35,00	31,53
Pomorskie	45,90	51,90	52,10	34,60	28,19	20,83
Śląskie	5,80	4,40	62,40	50,00	42,94	44,74
Świętokrzyskie	27,50	21,10	77,30	67,90	44,54	19,26
Warmińsko-mazurskie	83,40	85,70	53,10	42,70	13,51	8,77
Wielkopolskie	14,60	25,30	50,90	22,80	6,39	4,56
Zachodniopomorskie	38,60	55,60	64,20	16,80	12,49	10,07

Źródło: obliczenia własne.

Porównując dane dla 2015 i 2019 r. można zauważyć zmiany w zakresie wartości przyjętych wskaźników diagnostycznych, które miały różny przebieg, podobnie jak ich dynamika (przyrosty i spadki wartości). Przeprowadzając taką analizę, należy pamiętać o charakterze zmiennych. W zależności od tego, czy dany wskaźnik jest stymulantą czy destymulantą, pożądany jest określony kierunek zmian, co jest ważne przy interpretacji wyników i wyciąganiu wniosków. Uwzględniając to zauważono, że parametr dotyczący masy odpadów wytworzonych (z wyłączeniem odpadów komunalnych) w przeliczeniu na PKB uległ poprawie prawie we wszystkich województwach. Największe dysproporcje pomiędzy województwami zauważono również dla udziału składowanych odpadów. Wraz z rozwojem technologicznym i konsumpcyjnym społeczeństwa ilość odpadów wzrasta, dlatego niezbędne jest wprowadzenie działań, które zwiększą stopień recyklingu i odzysku cennych surowców z odpadów. Znaczna ilość województw wykazuje pogorszenie parametru dla udziału OZE w produkcji energii, co nieco dziwi, uwzględniając rozwój sektora OZE w ostatnich latach. We wszystkich województwach wzrosło także zużycie energii.

W prezentowany powyżej sposób można porównywać wartości wskaźników i na tej podstawie prowadzić ranking województw z uwzględnieniem jednego z analizowanych paramet-

trów. Efektem jest 8 niezależnych rankingów, na podstawie których trudno jednak wyciągać jednoznaczne wnioski odnośnie do województw najlepiej wdrażających działania w kierunku GOZ. Dlatego w kolejnej fazie analizy wprowadzono syntetyczny miernik rozwoju.

W pierwszym etapie procedury porządkowania liniowego określono charakter wybranych wskaźników (stymulanta, destymulanta). Wskaźniki $X_{\text{odp przem}}$, $X_{\%OZE}$ i X_{energia} to stymulanty, a pozostałe destymulanty. Wyższa wartość cech stymulant informuje o wyższym poziomie wdrożenia GOZ, natomiast wyższa wartość destymulant wskazuje niższy poziom (Sompolska-Rzechuła 2020). Charakterystykę wybranych wskaźników zaprezentowano w tabeli 4.

Tabela 4. Charakterystyka wybranych wskaźników

Zmienna	Wskaźnik	Pożądana	Charakter zmiennej
X_{CO_2}	Emisje CO ₂ [tony]	mało	destymulanta
$X_{\text{środ}}$	Nakłady na ochronę środowiska ogółem [tys. zł]	dużo	stymulanta
$X_{\text{odp przem}}$	Masa odpadów wytworzonych, z wyłączeniem odpadów komunalnych [tys. ton]	mało	destymulanta
$X_{\text{odp kom}}$	Zebrane (zmieszane) odpady komunalne	mało	destymulanta
$X_{\%OZE}$	Udział OZE w produkcji energii elektrycznej [%]	dużo	stymulanta
$X_{\text{skład\%kom}}$	Udział masy składowanych odpadów komunalnych w masie zebranych odpadów komunalnych [%]	mało	destymulanta
$X_{\text{odzysk kom}}$	Udział odpadów poddanych odzyskowi [%]	dużo	stymulanta
X_{energia}	Zużycie energii elektrycznej [GWh]	mało	destymulanta

Źródło: opracowanie własne.

Po wyborze wskaźników diagnostycznych przeprowadzono standaryzację stymulant wykorzystując równanie (1) a destymulanty równanie (2)*. Przekształcenie ilorazowe, a zatem transformacja zmiennej X_j w zmienną Z_j przebiega zgodnie ze wzorami:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{X}_j}{S(X_j)}, \quad \text{gdy } X_j \in S \quad (1)$$

$$z_{ij} = \frac{\bar{X}_j - x_{ij}}{S(X_j)}, \quad \text{gdy } X_j \in D \quad (2)$$

gdzie:

Z_{ij} – znormalizowana wartość j -tej zmiennej w i -tym obiekcie,

X_{ij} – wartość j -tej zmiennej w i -tym obiekcie,

i – liczba obiektów (województw), $i = 1, 2, \dots, n$ – numer obiektu, $n = 16$,

* Ustalenia charakteru zmiennych (stymulanta/destymulanta) dokonano przy użyciu metody eksperckiej.

- j – liczba zmiennych (wskaźników), $j = 1, 2, \dots, m$ – numer zmiennej, $m = 8$,
 X_j – średnia arytmetyczna w rozkładzie zmiennej X_j ,
 S_j – odchylenie standardowe w rozkładzie zmiennej X_j .

Następnie dokonując oceny działań dotyczących GOZ w zakresie analizowanego obszaru, wykorzystano syntetyczny wskaźnik obrazujący zróżnicowania regionalne. Analizę przeprowadzono, wykorzystując taksonomiczną metodę porządkowania liniowego w celu ustalenia hierarchii obiektów (porządkowanie od obiektu znajdującego się najwyżej w hierarchii do obiektu znajdującego się najniżej). Wskaźnik syntetyczny ma postać (3):

$$p_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m z_{ij} \quad (3)$$

gdzie:

- p_i – miara odległości (podobieństwa),
 Z_{ij} – standaryzowana wartość wskaźnika cząstkowego j dla obiektu i ,
 m – liczba wskaźników cząstkowych.

Powyższy wskaźnik syntetyczny p_i , przedstawiony przez Perkała (1953), opisuje obiekty wielocechowe i jest średnią wskaźników cząstkowych (w postaci zmiennych standaryzowanych) wyznaczając miary odległości podobieństwa analizowanych obiektów (województw).

4. Wyniki analiz

Wyniki analiz zaprezentowano w tabelach 5 i 6 dla wszystkich województw, w przeliczeniu na mieszkańca i PKB, przy czym wyższa wartość oznacza większe zaangażowanie w realizację działań GOZ. Wartość parametru p_i wskazuje pozycję danego obiektu w uporządkowanym szeregu. Im mniejsze wartości p_i tym dalsze miejsce w rankingu.

Z analizy danych wynika, iż liderem jest województwo podlaskie, a np. województwo dolnośląskie plasuje się w rankingach najniżej (3 przypadki). Na podstawie wartości p_i można również wskazać województwa, w których pod względem przyjętego zestawu cech nastąpiły mniej korzystne zmiany w 2019 r. w porównaniu do 2015 r. W przypadku indeksu GOZ dla województw w przeliczeniu na 1 mieszkańca miało to miejsce w siedmiu województwach: małopolskim, warmińsko-mazurskim, pomorskim, lubuskim, świętokrzyskim, mazowieckim oraz dolnośląskim. Z kolei wzrost nastąpił w województwie podlaskim, podkarpackim, wielkopolskim, kujawsko-pomorskim, lubelskim, zachodniopomorskim, opolskim, śląskim oraz łódzkim. W przypadku indeksu GOZ dla województw w przeliczeniu na PKB dla 5 województw wartości syntetycznego miernika wzrosły, co oznacza poprawę sytuacji uwzględniając analizowane wskaźniki.

Tabela 5. Wartości indeksu GOZ dla województw w przeliczeniu na 1 mieszkańca

Miejsce	2015		2019	
	województwo	P _i	województwo	P _i
1	Podlaskie	0,911	Podlaskie	0,924
2	Małopolskie	0,622	Podkarpackie	0,376
3	Warmińsko-mazurskie	0,401	Warmińsko-mazurskie	0,338
4	Pomorskie	0,298	Małopolskie	0,283
5	Podkarpackie	0,250	Pomorskie	0,254
6	Wielkopolskie	0,198	Wielkopolskie	0,178
7	Kujawsko-pomorskie	0,119	Lubelskie	0,146
8	Lubelskie	0,107	Zachodniopomorskie	0,126
9	Lubuskie	0,017	Mazowieckie	0,087
10	Świętokrzyskie	-0,123	Lubuskie	-0,044
11	Zachodniopomorskie	-0,155	Kujawsko-pomorskie	-0,134
12	Mazowieckie	-0,193	Świętokrzyskie	-0,248
13	Opolskie	-0,323	Śląskie	-0,344
14	Śląskie	-0,612	Opolskie	-0,428
15	Łódzkie	-0,710	Łódzkie	-0,611
16	Dolnośląskie	-0,808	Dolnośląskie	-0,903

Źródło: obliczenia własne.

Tabela 6. Wartości indeksu GOZ dla województw w przeliczeniu na PKB

Miejsce	2015		2019	
	województwo	P _i	województwo	P _i
1	Podlaskie	0,814	Podlaskie	0,834
2	Małopolskie	0,667	Mazowieckie	0,417
3	Pomorskie	0,370	Pomorskie	0,352
4	Wielkopolskie	0,362	Wielkopolskie	0,332
5	Mazowieckie	0,261	Małopolskie	0,314
6	Warmińsko-mazurskie	0,196	Podkarpackie	0,304
7	Podkarpackie	0,121	Warmińsko-mazurskie	0,151
8	Kujawsko-pomorskie	0,046	Zachodniopomorskie	0,072
9	Lubuskie	-0,020	Lubelskie	-0,004
10	Lubelskie	-0,102	Lubuskie	-0,100
11	Zachodniopomorskie	-0,207	Śląskie	-0,207
12	Świętokrzyskie	-0,342	Kujawsko-pomorskie	-0,226
13	Śląskie	-0,459	Świętokrzyskie	-0,482
14	Opolskie	-0,460	Łódzkie	-0,527
15	Dolnośląskie	-0,575	Opolskie	-0,578
16	Łódzkie	-0,671	Dolnośląskie	-0,652

Źródło: obliczenia własne.

Z analizy wynika, że województwa przemysłowe, plasują się w końcówce rankingu, ponieważ ich działalność związana jest ze zwiększonym zużyciem energii, a także generowaniem większej ilości odpadów i emisji.

Podsumowanie

Ocena postępu wdrażania GOZ jest niewątpliwie trudnym zadaniem. Wymaga uwzględnienia wielu różnych zmiennych. Wybrany zestaw cech opisujących gospodarkę cyrkularną powinien w pełni i możliwie wszechstronnie charakteryzować badane zjawisko. Jednak ze względu na ograniczoną dostępność danych jest to jeszcze utrudnione.

Metoda syntetycznego miernika rozwoju jest często wykorzystywana do pomiaru rozwoju jednostek samorządu terytorialnego. W przeprowadzonej analizie syntetyczny indeks GOZ umożliwił całościową analizę badanych jednostek oraz sporządzenie rankingu badanych jednostek pod względem postępu wdrażania GOZ w zakresie analizowanych obszarów. W połączeniu z rzetelnymi i wiarygodnymi danymi pochodzącymi z publicznych źródeł dał podstawę do ustalania poziomu rozwoju GOZ.

Należy jednak pamiętać, że w analizie została uwzględniona tylko część wskaźników, która nie zawiera wszystkich informacji opisujących GOZ, ponieważ dane nie są jeszcze dostępne. Każdy dodatkowy parametr będzie wpływał na wartość syntetycznego miernika rozwoju, a tym samym na pozycję województwa w rankingu. W związku z tym, aby w pełni odzwierciedlić rzeczywisty poziom transformacji w kierunku GOZ należałoby uwzględnić również dodatkowe wskaźniki wypracowane w projekcie „oto-GOZ” oraz nadać im odpowiednie wagi istotne dla rozwoju regionalnego.

Literatura

- Badach, E. i Ziolo, M. 2012. Zastosowanie metod taksonomicznych do badania poziomu życia w powiatach województwa małopolskiego. *Zeszyty Naukowe SGGW – Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej* nr 100.
- Bożek i in. 2021 – Bożek, J., Szewczyk, J. i Jaworska, M. 2021. Zmiany w poziomie rozwoju społecznego województw w latach 2010 i 2019 z zastosowaniem dynamicznego miernika syntetycznego, *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy* nr 65 (1/2021), DOI: 10.15584/nsawg.2021.1.6.
- Czyżycki, R. 2012. Badanie rozwoju społeczno-gospodarczego województw – wpływ metodyki badań na uzyskane wyniki. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu* nr 42, *Przestrzeń w nowych realiach gospodarczych* nr 42.
- Dziekański, P. 2014. Koncepcja wskaźnika syntetycznego oceny poziomu rozwoju gmin wiejskich województwa świętokrzyskiego w warunkach globalizacji. *Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie Problemy Rolnictwa Światowego* t. 14 (XXIX), z. 3.
- Hobson, K. i Lynch, N. 2016. Diversifying and De-Growing the Circular Economy: Radical Social Transformation in a Resource-Scarce World, „Futures” 82.
- Jędrzejczak-Gas, J. 2015. Syntetyczna ocena kondycji finansowej przedsiębiorstw budowlanych w dobie kryzysu finansowo-gospodarczego. *Zeszyty Naukowe Polskiego Towarzystwa Ekonomicznego w Zielonej Górze* nr 2. *Współczesny kryzys finansowo-gospodarczy. Istota, przebieg i konsekwencje*.

- Kłóska, R. 2015. Statystyczna analiza rozwoju regionalnego w Polsce. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 867. Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu nr 40, DOI: 10.18276/pzfm.2015.40-01.
- Kulczycka i in. 2020 – Kulczycka, J., Bączyk, A. i Nowaczek, A. 2020. Monitorowanie transformacji gospodarki o obiegu zamkniętym w dokumentach strategicznych Polski i UE. Wskaźniki monitorowania gospodarki o obiegu zamkniętym, Kraków 2020.
- Malchar, J. i Zielińska-Sitkiewicz, M. 2017. Metody klasyfikacji w analizie porównawczej rozwoju społeczno-gospodarczego polskich województw w latach 2010 i 2014 – wpływ procedury normalizacji na wynik rankingu. Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych t. XVIII/4, DOI: 10.22630/MIBE.2017.18.4.59.
- Malkowski, A. 2007. Wielowymiarowa analiza przestrzennego zróżnicowania rozwoju społeczno-gospodarczego województw w latach 1999–2004. Katedra Międzynarodowych Stosunków Gospodarczych i Handlu Zagranicznego, Akademia Rolnicza w Szczecinie.
- Mazur, A. i Witkowska, D. 2006. Zastosowanie wybranych mierników taksonomicznych do oceny nieruchomości. Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej nr 60.
- Michoń, D. 2017. Zróżnicowanie rozwoju społeczno-gospodarczego województw ze względu na realizację celów polityki spójności, Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician 12.
- Perkal, J. 1953. O wskaźnikach antropologicznych. Przegląd Antropologiczny 19.
- Podstawka, M. i Suchodolski, B. 2019. Pomiar i ocena poziomu rozwoju ekonomicznego powiatów ziemskich województwa opolskiego. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach Nr nr 120. Seria: Administracja i Zarządzanie (47).
- Radziński, A. 2011. Rozwój społeczno-gospodarczy ośrodków powiatowych oraz analiza spójności na poziomie powiatów. Ekspertyza wykonana na zamówienie Wielkopolskiego Urzędu Marszałkowskiego w ramach projektu „Strategia Rozwoju Polski Zachodniej 2020”.
- Sompolska-Rzechuła, A. 2020. Statystyka w praktyce Zastosowanie liniowego porządkowania obiektów do oceny aktywności ekonomicznej ludności w ujęciu województw Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician vol. 65, 3, DOI: 10.5604/01.3001.0014.0456.
- Warzecha, K. 2013a. Rozwój społeczno-gospodarczy polskich regionów a procesy migracji. „Studia Ekonomiczne, Perspektywy rozwoju Górnego Śląska: analiza ekonometryczno-statystyczna” nr 142.
- Warzecha, K. 2013b. Syntetyczna ocena dystansu Polski od krajów Unii Europejskiej na podstawie wybranych aspektów ochrony środowiska. Zarządzanie i Finanse, R. 11, nr 4, cz. 4.
- Zielińska-Sitkiewicz, M. 2015. Zastosowanie wybranych mierników syntetycznych do klasyfikacji spółek przemysłu spożywczego notowanych na GPW w Warszawie. Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych/Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego 16(XVI), nr 4.

OCENA RANGI WSKAŹNIKÓW GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM W ZAKRESIE ZRÓWNOWAŻONEJ PRODUKCJI – WYNIKI BADAŃ PILOTAŻOWYCH

Agnieszka NOWACZEK

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

Joanna KULCZYCKA

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Adam USTRZYCKI

Wyższa Szkoła Bankowa Wydział Ekonomiczny w Opolu

Wprowadzenie

W GOZ poddaje się ocenie ilość zużywanych surowców (energetycznych, metalicznych, biomasy i skalnych) w cyklu życia oraz źródła ich pochodzenia (pierwotne, wtórne) w celu poszukiwania rozwiązań technologicznych i organizacyjnych dla ich racjonalnego zagospodarowania. Zebranie i usystematyzowanie uzyskanych danych w postaci bilansów masowych i energetycznych jest podstawą do prowadzenia analiz wpływu na środowisko, ocen ekonomicznych i społecznych oraz kierunków proponowanych zmian. Jednym z istotnych elementów transformacji w kierunku GOZ jest wypracowanie zestawu wskaźników monitorujących już istniejące zmiany, jak również ustalenie celów na kolejne lata i ich ewaluacja (Nowaczek i in. 2020). Propozycja wskaźników GOZ, poza wprowadzoną zasadą decouplingu, tj. rozdzielenia rozwoju gospodarczego od wielkości zużycia zasobów, powinna obejmować również zagadnienia, tj. ilość wytwarzanych i możliwych do zagospodarowania odpadów, jakość życia społeczeństwa, poziom wdrażania ekoinnowacji i wspierania technologii IT, wykorzystania OZE itp. (Kulczycka i in. 2020). Do oceny GOZ proponowany jest w efekcie zestaw wielu wskaźników, które mogą być stosowane na poziomie kraju, branży, regionu oraz przedsiębiorstwa. Ważnym aspektem jest nie tylko ustalenie poziomu realizacji i tempa wdrażania modelu GOZ, ale również dobór i hierarchizacja proponowanych wskaźników przez podmioty gospodarcze z różnych branż gospodarki. Istotne jest również opracowanie jednego zagregowanego indeksu, który jest syntezą informacji pochodzących

z różnych analizowanych obszarów. Wyzwaniem dla opracowania takich rozwiązań, dla branż gospodarki lub regionów, jest ustalenie rang dla poszczególnych wskaźników tak, aby były reprezentatywne i spójne z kierunkami lub strategią rozwoju. Bariery są wciąż niski poziom wiedzy o modelu GOZ, brak danych statystycznych analizowanych zjawisk oraz konieczność prowadzenia szczegółowych badań ankietowych, np. dla wybranej branży, w celu wypracowania obiektywnych rang dla proponowanych wskaźników. Korzyścią jest możliwość oceny poziomu zaangażowania w realizację działań GOZ, prowadzenie analiz porównawczych, będących podstawą dla prowadzenia polityki gospodarczej np. instrumentów wspierających rozwiązania GOZ.

Celem pracy jest prezentacja wyników badań pilotażowych realizowanych w ramach projektu oto-GOZ. Badaniu poddano społeczną ocenę rangi wskaźników: środowiskowych, ekonomicznych (kosztowych) oraz społeczno-innowacyjnych w wybranych branżach gospodarki w Polsce. Zaprezentowane różnice w randze wskaźników ocenianych przez przedstawicieli różnych branż mogą być podstawą dla określenia wag i budowy zagregowanego indeksu oceny poziomu transformacji w kierunku GOZ.

1. Wybrane propozycje monitorowanie transformacji w kierunku GOZ

Monitorowanie GOZ, ze względu na jej wieloaspektowość (środowiskowe, ekonomiczne, społeczne), holistyczne ujęcie (łańcuch wartości), zasięg (mikro, mezo, makro) oraz odbiorców (producent, konsument) jest dużym wyzwaniem. W pracy Elia i in. 2017 zaproponowano czteropoziomowe ramy pomiaru transformacji w kierunku GOZ, które obejmują monitorowanie:

- procesów, tj. zużycie surowców, produkcja, konsumpcja, gospodarka odpadami,
- działań, tj. projektowanie, modele biznesowe, współpraca między branżami,
- celów, tj. zmniejszenie nakładów i zużycia zasobów naturalnych oraz poziomu emisji, zwiększenie udziału zasobów odnawialnych i nadających się do recyklingu, a także trwałości wartości produktów,
- implementacji GOZ (tj. mikro – odnoszący się do pojedynczych firm lub klientów, mezo – parki ekoprzemysłowe oraz makro – od miast do całego kraju).

Aby ułatwić i ujednoczyć proces monitorowania GOZ w ostatnim czasie opracowywane są narzędzia wspierające ten proces, w postaci zintegrowanych indeksów. W pracy Janik, Ryszko, 2019 opisano 19 wskaźników, m.in. *Closed Loop Calculator*, *Circular Economy Index*, *Circular Economy Indicator Prototype*, *Circular Economy Performance Indicator*, *Circular Economy Toolkit*, *Circularity Index*, *Circularity Potential Indicator*, *Input-Output Balance Sheet*, *Material Circularity Indicator*, *Recycling Rates*, *Reuse Potential Indicator* oraz określono z perspektywy menedżerskiej ich przydatność do praktycznego wdrożenia w firmach, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości wspomaganie procesu decyzyjnego. Wykazano, iż niektóre z nich (bazujące na analizie wejść i wyjść) wykazują bardzo duże możliwości wspar-

cia procesu decyzyjnego, ale ich zastosowanie wymaga dużo czasu, szczegółowych danych i specjalistycznej wiedzy. Oznacza to, że przedsiębiorcy i decydenci w firmach zamierzających stosować wskaźniki GOZ o najwyższych możliwościach analitycznych i potencjale aplikacyjnym mogą napotkać istotne przeszkody organizacyjne i operacyjne.

W celu usprawnienia działań dla monitorowania GOZ opracowywane są programy IT i bazy danych. Przykładowo:

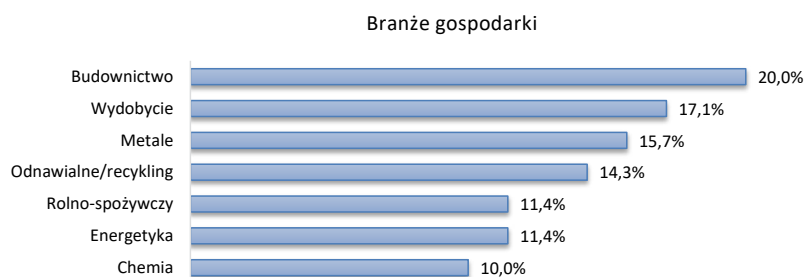
- Fundacja Ellen MacArthur we współpracy z partnerami zaproponowała program *Circulytics* dla wspierania przejścia firm do modelu cyrkularnego (<https://ellenmacarthurfoundation.org/resources/circulytics/overview>). Narzędzie składa się z zestawu wskaźników, które mierzą różne aspekty GOZ oraz identyfikują czynniki wspomagające transformacje i rezultaty. Pozwala ono ocenić cyrkularność, zarówno przepływów produkcyjnych, jak i całego łańcucha wartości przedsiębiorstwa. W *Circulytics* wykorzystywany jest *Material Circularity Indicator* (MCI, Wskaźnik Przepływów Materiałowych), który mierzy przepływy materiałów w danym produkcie, a także może być podstawą dla ekoprojektowania produktów oraz doboru nabywanych materiałów;
- *CTI Tool* (<https://ctitool.com/>) opracowane przez World Business Council for Sustainable Development. Jest to zestaw wskaźników *Circular Transition Indicators* (Wskaźniki Cyrkularnej Transformacji) pozwalających badać cyrkularność przepływów materiałowych i energii w firmie, zużycie surowców krytycznych i cyrkularną efektywność materiałową. Nie mierzą one natomiast cyrkularności całego przedsiębiorstwa, jak *Circulytics*;
- w Polsce CSR Consulting zaproponował narzędzie do badania poziomu cyrkularności pt. Diagnoza GOZ. Jest to analiza dojrzałości GOZ firmy w oparciu o normę BS 8001 i Matrycę GOZ. Pomaga określić poziom wdrażania GOZ, poznać mocne i słabe strony oraz najlepsze dobre praktyki w branży;
- ocena cyrkularności produktów, np. *Circularity Potential Indicator* (CPI) – circularreconomyindicators.com;
- cyrkularność materiałów tzw. *Material Circularity Indicator*, program GABI <https://gabi.sphera.com/international/software/gabi-software/gabi-circularity-toolkit/>;
- cyrkularna gospodarka odpadami – zestaw 60 wskaźników z uwzględnieniem faz gospodarki odpadami zaproponowano w projekcie UrbanWins.

Ze względu na kompleksową ocenę cyrkularności produktu lub organizacji istotne znaczenie ma dobór kryteriów do oceny wskaźników GOZ. Wskaźniki służące do monitorowania gospodarki kraju czy branży nie muszą być spójne z tymi, które są raportowane przez podmioty gospodarcze. Jednak dla realizacji celów strategicznych i oceny transformacji gospodarki w kierunku GOZ istotne jest, aby opracować zestaw kluczowych wskaźników, dla opracowania zagregowanego indeksu. W tym celu prowadzono konsultacje społeczne i badań pilotażowych. Wyniki uzyskane w trakcie realizacji badań pozwolą wyodrębnić i dopasować wskaźniki GOZ do firm z wiodących branż gospodarki polskiej. W celu określenia ważności wskaźników zaproponowano nadanie rang poszczególnym wskaźnikom. Rangowanie jest procesem o zróżnicowanym stopniu złożoności i trudności związanych

z pomiarem. Rangi i priorytety powinny odzwierciedlać istotne zmiany uwarunkowań wewnętrznych i zewnętrznych, a więc powinny być monitorowane, zmieniane i modyfikowane wraz ze zmieniającą się sytuacją przedsiębiorstw. Oznacza to, że wyznaczanie priorytetów i ich zmiany mogą być ważnym narzędziem zarządzania nimi oraz dopasowywania strategii i działań taktyczno-operacyjnych do różnych sytuacji. Rangi i priorytety są wskazaniem i wyznacznikami zmian zachodzących w firmach, a także porządkując pewne informacje, upraszczają działania i sprzyjają ich ekonomizacji (Wudarzewski 2016). Przy rangowaniu obiektów dokonuje się ważenia zmiennych, przy czym pomimo wielu prób określenia obiektywnych metod (Abramowicz i Zajac 1986) w praktyce najczęściej przypisuje się równą wagę każdej z wybranych zmiennych.

2. Metodyka i zakres badań

Prezentowane wyniki są efektem badania zrealizowanego w 2020 r. w grupie 70 wiodących przedsiębiorstw. Pozyskano informacje z siedmiu branż (zbiór przedsiębiorstw które oferują bardzo podobne produkty). Technika badawczą wykorzystaną w badaniu była ankieta internetowa CAWI dedykowana konkretnym, wybranym wcześniej największym firmom reprezentującym wymienione branże w Polsce. Udział podmiotów w badaniu z poszczególnych branż zaprezentowano na rysunku 1.



Rys. 1. Badane przedsiębiorstwa w podziale na wybrane branże
Źródło: badanie własne

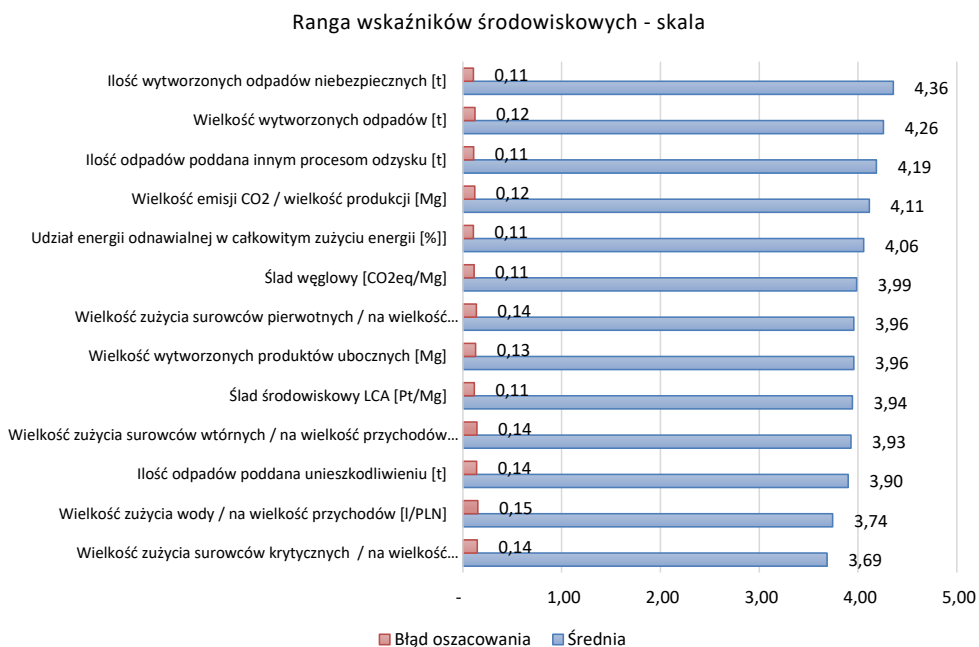
Badania miały charakter pilotażowy*, a jego celem było zidentyfikowanie, które z zaproponowanych w pracy Nowaczek i in. 2020 wskaźników środowiskowych, ekonomicznych i społecznych są ważne dla oceny transformacji w kierunku GOZ. Tym sposobem wyznaczono rangę wskaźników dla każdej branży. Warto przy tym podkreślić, że uzyskane wyniki, ze względu na małą próbę nie są reprezentatywne, jednak zebrany materiał może stanowić bazę do dyskusji i wstęp do kolejnych szczegółowych badań.

* Obecnie realizowane są badania na ogólnopolskiej, reprezentatywnej próbie przedsiębiorstw (zróżnicowanych pod względem wielkości, branży profilu i zasięgu działania).

3. Wyniki badań

3.1. Wskaźniki i mierniki środowiskowe i ich zróżnicowanie w analizowanych branżach w Polsce

Pierwszą, najliczniejszą grupą badanych wskaźników są wskaźniki środowiskowe. Przedstawiciele badanych przedsiębiorstw pytano w ankiecie, korzystając z 5-stopniowej skali Likreta, o ocenę ważności dla GOZ poszczególnych wskaźników (skala: 1 – raczej nieważny, 2 – ważny, 3 – nie mam zdania, 4 – raczej ważny, 5 – zdecydowanie ważny). Na podstawie otrzymanych ocen określono rangę/skalę ważności wskaźników (średnia ważona) oraz błąd jej oszacowania*. Okazało się, że jako ważne wskazano prawie wszystkie wskaźniki (skala zbliżona do 4 lub wyższa), przy czym za najmniej ważne wskazano: wielkość zużycia surowców krytycznych oraz zużycia wody w stosunku do wielkości przychodów (rys. 2).



Rys. 2. Ranga wskaźników środowiskowych według wyników ankiet

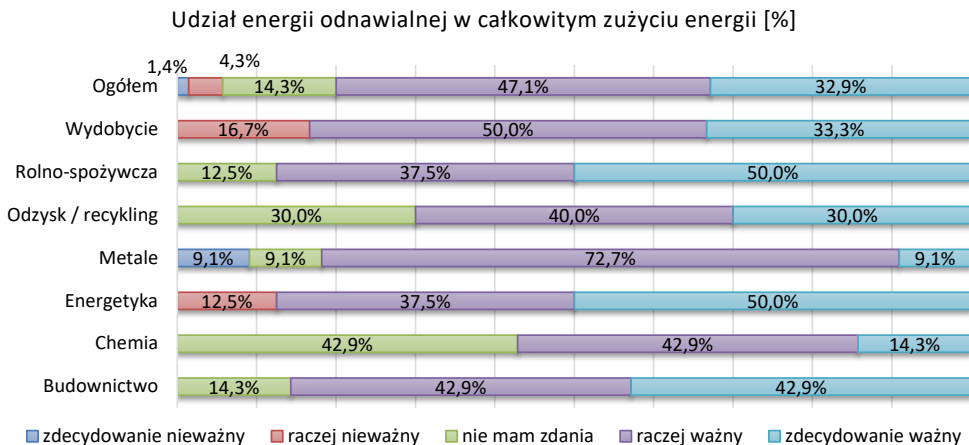
* Jest to tzw. dokładne odchylenie standardowe wyrażone stosunkiem odchylenia standardowego próby do pierwiastka z jej liczebności.

Ranga wskaźników środowiskowych została poddana analizie krzyżowej z uwzględnieniem zmiennej w analizowanych branżach. W efekcie najwyższe odpowiedzi dla poszczególnych wskaźników (% uzyskanych odpowiedzi jako zdecydowanie ważne) uzyskano w branżach:

1. budownictwo – ślad węglowy (64,3%),
2. metale – wielkość zużycia surowców pierwotnych w stosunku do wielkości przychodu (72,7%), ilość odpadów ponownie wykorzystanych (81,8%), wielkość wytworzonych produktów ubocznych (81,8%),
3. odzysk/recykling – wielkość zużycia wody do wielkości produkcji (60%), wielkość zużycia surowców krytycznych na wielkość przychodów (50%),
4. rolno-spożywczy – procentowy udział energii odnawialnej w całkowitym zużyciu energii (50%),
5. energetyka – procentowy udział energii odnawialnej w całkowitym zużyciu energii (50%), wielkość zużycia surowców krytycznych na wielkość przychodów (50%), Wielkość emisji CO₂ do wielkości produkcji (75%), ślad środowiskowy (87,5%),
6. chemia – ilość odpadów poddana innym procesom odzysku (71,4%), Ilość odpadów poddana unieszkodliwieniu (57,1%), Ilość wytworzonych odpadów niebezpiecznych (71,4%).

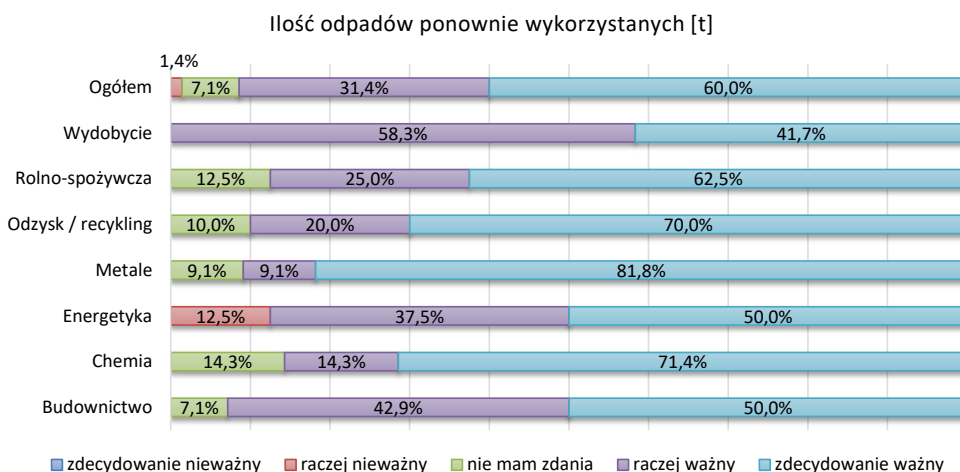
Szczegółowa analiza wybranych wskaźników środowiskowych wskazuje, iż dla większości respondentów były one zdecydowanie ważne lub raczej ważne. Przykładowo procentowy udział energii odnawialnej w całkowitym zużyciu energii został uznany, jako ważny przez ¾ respondentów z badanych branż. Jako nieważny oszacowało go jedynie co dwudziesty przedstawiciel badanych przedsiębiorstw (rys. 3).

Podobnie wskaźnik dotyczący ponownego wykorzystanych odpadów został oceniony jako „ważny” przez ponad 90% przedstawicieli badanych przedsiębiorstw (rys. 4).



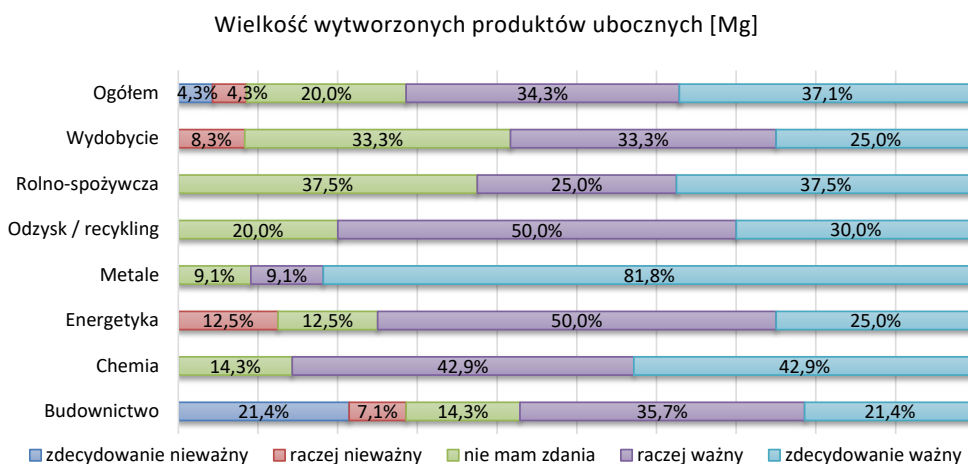
Rys. 3. Ocena wskaźnika udział energii odnawialnej w całkowitym zużyciu energii w wybranych branżach

Źródło: opracowanie własne



Rys. 4. Ocena wskaźnika ilość odpadów ponownie wykorzystanych (%) w wybranych branżach

Wskaźnik wielkości wytworzonych produktów ubocznych został uznany jako „ważny” przez niemal 3/4 ogółu badanych (rys. 5).

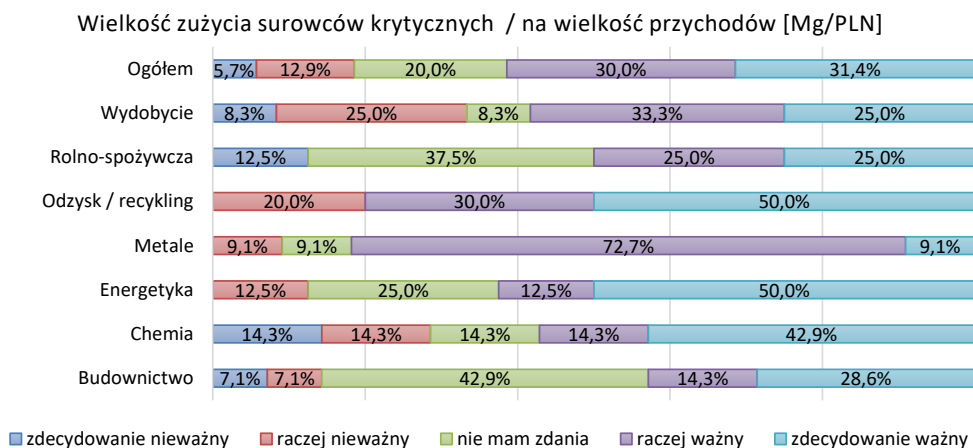


Rys. 5. Ocena wskaźnika wielkości wytworzonych produktów ubocznych w wybranych branżach

Źródło: opracowanie własne

Najniższe wartości uzyskał wskaźnik dotyczący zużycia surowców krytycznych na wielkość przychodów. W badanej grupie przedsiębiorstw ponad połowa ich przedstawicieli uważa wielkość zużycia surowców krytycznych za wskaźnik „ważny” (rys. 6). Zdecydowanie najwyższą ocenę wskaźnik ten uzyskał wśród przedstawicieli branży metalowej i odzysku/recyklingu (80% wskazań). Niską rangę współczynnik wielkości zużycia surowców kry-

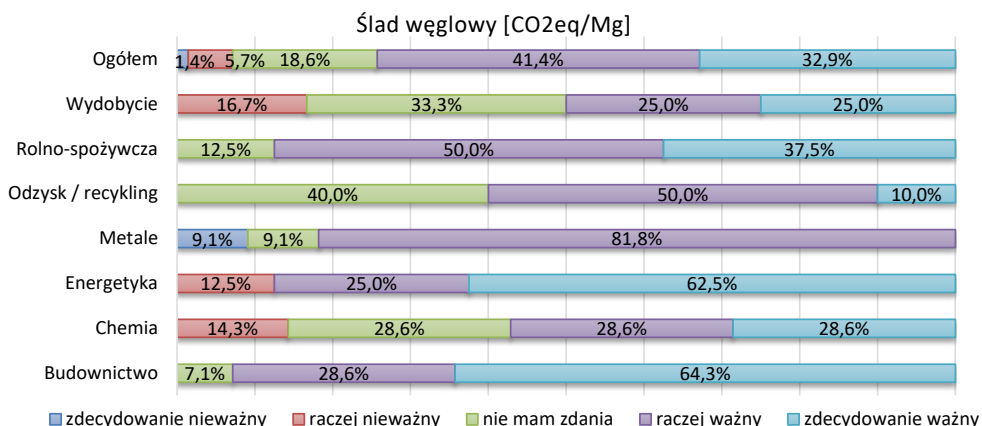
tycznych do wielkości przychodów uzyskał wśród przedstawicieli branży budowlanej. Należy przy tym podkreślić, że badanie zrealizowano w okresie, gdy jeszcze nie obserwowano deficytu tych surowców na rynku. Można założyć, że zakłócone, wskutek pandemii SARS CoV-2, łańcuchy dostaw surowców, w tym surowców krytycznych niezbędnych w budownictwie są jednym z czynników powodujących wysoki stopień wzrostu cen materiałów budowlanych. Powyższą hipotezę należy zweryfikować w ogólnopolskich badaniach branży budowlanej.



Rys. 6. Ocena wskaźnika wielkość zużycia surowców krytycznych na wielkość przychodów w wybranych branżach
Źródło: opracowanie własne

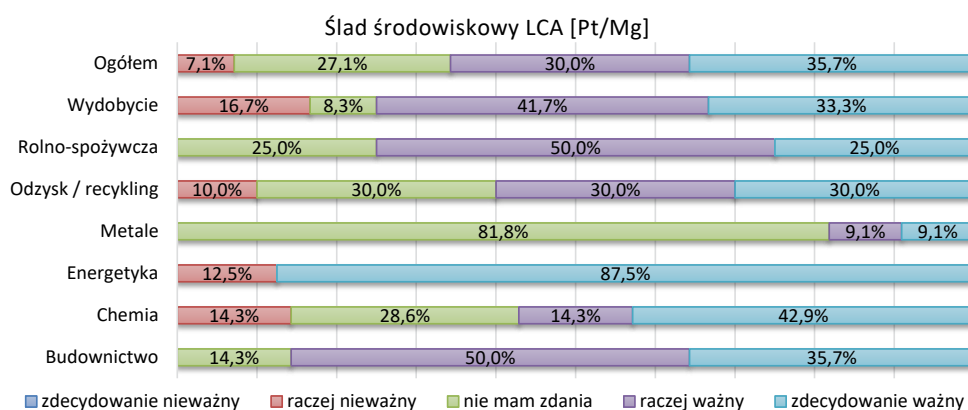
Wśród wskaźników które nie są powszechnie raportowane w Polsce wskaźnik śladu węglowego jako „ważny” wskazało niemal $\frac{3}{4}$ ogółu badanych przedstawicieli przedsiębiorstw. Najczęściej oceny takie przyznali przedstawiciele branż: budowlanej, rolno-spożywczej i metalowej a rzadziej firmy z branży recyklingu i wydobywczej (rys. 7).

Wskaźnik śladu środowiskowego (tzw. oceny cyklu życia LCA) to „kolejne i powiązane ze sobą etapy wyrobu, od pozyskania lub wytworzenia surowca z zasobów naturalnych do jego ostatecznej likwidacji”. Wskaźnik ten został oceniony jako „ważny” przez $\frac{2}{3}$ ogółu badanych. Najwięcej takich ocen wyrazili przedstawiciele budownictwa, a najrzadziej branży metalowej (rys. 8). W celu zrozumienia tego zjawiska, na potrzeby kolejnych badań sformułowano hipotezę która zakłada, że zachodzi korelacja negatywna (ujemna) pomiędzy ważnością śladu środowiskowego a ważnością recyklingu. Branża metalowa cyklicznie przetwarza złom metalowy, przez co ślad środowiskowy tego surowca jest niewielki.



Rys. 7. Ocena wskaźnika „śląd węglowy” w wybranych branżach

Źródło: opracowanie własne



Rys. 8. Ocena wskaźnika ślad środowiskowy LCA w wybranych branżach

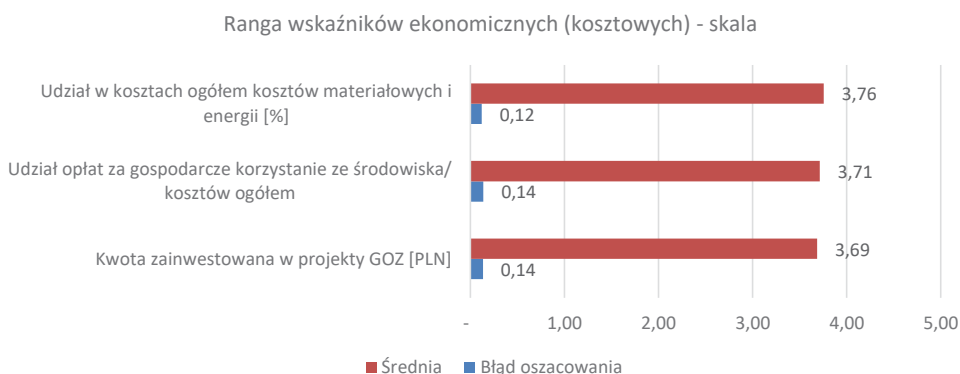
Źródło: opracowanie własne

3.2. Wskaźniki ekonomiczne (kosztowe)

Dla ustalenia rangi wskaźników ekonomicznych (choć bardziej precyzyjnie należałoby je nazwać „wskaźnikami kosztowymi GOZ”) analizie poddano wskaźniki:

- udział w kosztach ogółem kosztów materiałowych i energii,
- kwota zainwestowana w projekty GOZ,
- współczynnik udziału opłat za gospodarstwo korzystanie ze środowiska/ kosztów ogółem.

Wskaźniki ekonomiczne (kosztowe) uzyskały notę zbliżoną do indeksu 4 (rys. 9), któremu odpowiada ocena wskaźników jako „raczej ważne”.



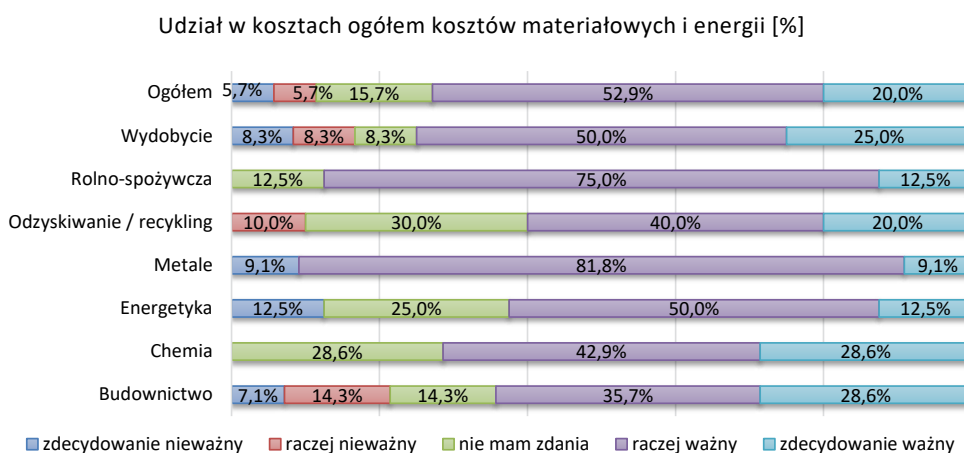
Rys. 9. Ranga wskaźników ekonomicznych (kosztowych)

Źródło: opracowanie własne

Skala: 1 – raczej nieważny, 2 – ważny, 4 – raczej ważny, 5 – zdecydowanie nieważny

3.3. Wskaźniki ekonomiczne (kosztowe) – zróżnicowanie w analizowanych branżach

Wskaźnik udziału w kosztach ogółem kosztów materiałowych i energii został oszacowany jako „ważny” przez niemal $\frac{3}{4}$ ogółu badanych przedstawicieli przedsiębiorstw (wszystkich branż). Najwyższa ranga udziału kosztów w produkcji dotyczy branży rolno-spożywczej, metalowej, chemicznej oraz energetycznej. Rzadziej, jako „ważne” koszty materiałów i energii wskazywali reprezentanci branży budownictwa oraz wydobywania (rys. 10).



Rys. 10. Ocena wskaźnika udział w kosztach ogółem kosztów materiałowych i energii w wybranych branżach

Źródło: opracowanie własne

Kolejny wskaźnik ekonomiczny (kosztowy) to kwota zainwestowana w projekty GOZ. Wysoką rangę tego wskaźnika potwierdziło $\frac{2}{3}$ ogółu badanych. Najczęściej jako „ważny”

wskaźnik ten wskazywali reprezentanci branży rolno-spożywczej i barazy metalowej oraz wydobywczej. Rzadziej natomiast oceny takie wyrażali przedstawiciele pozostałych branż, przede wszystkim recyklingu oraz budownictwa.

Z kolei wskaźnik udziału opłat za gospodarce korzystanie ze środowiska do kosztów ogółem jako „ważny” określiło go niemal $\frac{2}{3}$ badanych, a przeciwnego zdania był co szósty przedstawiciel przedsiębiorstw. Największy odsetek ocen wskaźnika, jako ważnego dotyczy branży budownictwa oraz wydobywania, a także rolno-spożywczej. Rzadziej takie oceny wyrazili reprezentanci przedsiębiorstw budowlanych, chemicznych i recyklingowych.

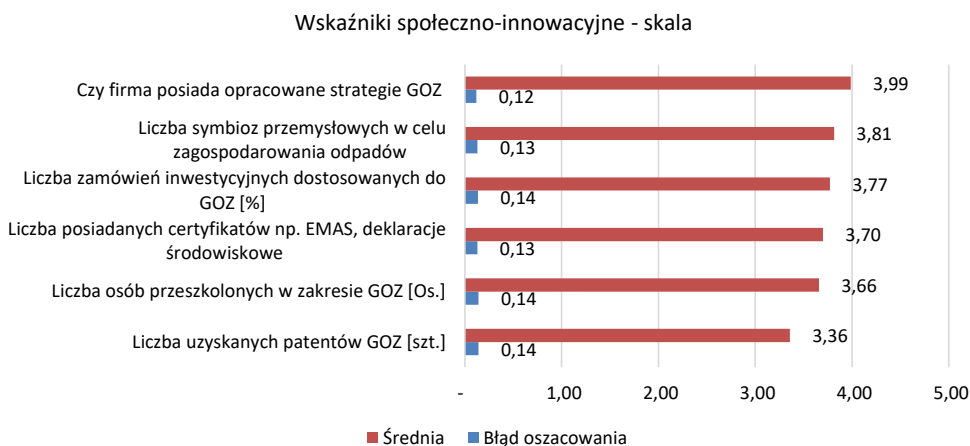
3.4. Wskaźniki społeczno-innowacyjne

Ostatnią grupą wskaźników GOZ są wskaźniki społeczno-innowacyjne. Dotyczą one przede wszystkim liczby zrealizowanych celów i standardów gospodarki obiegu zamkniętego w przedsiębiorstwie.

Jako „raczej ważne” (indeks skali zbliżony do wartości 4) zostały ocenione wskaźniki:

- posiadanie opracowanych strategii GOZ,
- liczba symbioz przemysłowych w celu zagospodarowania odpadów,
- liczba zamówień inwestycyjnych dostosowanych do GOZ,
- liczba posiadanych certyfikatów np. EMAS,
- liczba osób przeszkolonych w zakresie GOZ.

Natomiast wskaźnik liczby uzyskanych patentów GOZ został oceniony neutralnie (ani ważny ani nieważny).



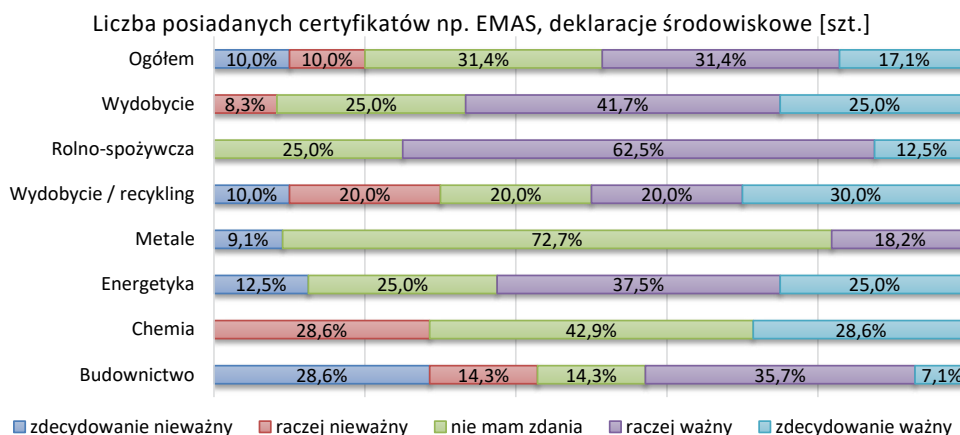
Rys. 11. Rangi wskaźników społeczno-innowacyjnych

Źródło: opracowanie własne

Skala: 1 – raczej nieważny, 2 – ważny, 4 – raczej ważny, 5 – zdecydowanie nieważny

3.5. Wskaźniki społeczno-innowacyjne – zróżnicowanie w analizowanych branżach

Pierwszym z grupy wskaźników społeczno-innowacyjnych jest Liczba posiadanych certyfikatów np. EMAS. Posiadanie certyfikatów lub deklaracji środowiskowej jako „ważne” wskazała niemal połowa ogółu badanych, a jako „nieważne” odpowiednio co piąty reprezentant badanych firm. Najwyżej rangę ważności tego wskaźnika ocenili przedstawiciele branży rolno-spożywczej, energetycznej oraz wydobywczej. Z kolei, najrzadziej ocenę taką wyrazili przedstawiciele firm branży metalowej (rys. 12). Opisywany wskaźnik nie zawiera współczynnika, przez co jego użyteczność jest ograniczona dorzedsiebstw o porównywalnej wielkości (zatrudnienia, wolumenu produkcji itp.). Ponieważ w badaniu uczestniczyły największe polskie firmy uznano, że wskaźnik ten chociaż w ograniczonym stopniu spełnia wymogi trafności metodologicznej.



Rys. 12. Ocena wskaźnika liczba posiadanych certyfikatów np. EMAS

Źródło: opracowanie własne

Drugi wskaźnik społeczno-innowacyjny to liczba uzyskanych patentów GOZ. Jest to wskaźnik zbieżny z opisanym powyżej wskaźnikiem dotyczącym liczby certyfikatów GOZ. Liczba posiadanych patentów jest ważna dla $\frac{2}{3}$ ogółu badanych, a nieważna dla co dziesiątego przedsiębiorstwa. Wysoką rangę liczby uzyskanych patentów GOZ zadeklarowali przedstawiciele branży rolno-spożywczej, wydobywczej oraz branży energetycznej. Natomiast najrzadziej jako „ważny” wskaźnik ten wskazali przedstawiciele branży recyklingu. Wskaźnik ten nie zawiera współczynnika.

Kolejnym wskaźnikiem jest liczba symbioz przemysłowych w celu wykorzystania/zagospodarowania odpadów. Liczba ta jest „ważna” dla $\frac{3}{4}$ ogółu badanych przedsiębiorstw. Wysoką rangę tego wskaźnika wskazali przedstawiciele wszystkich branż z wyjątkiem branży chemicznej. Również ten wskaźnik nie zawiera współczynnika.

Kolejny wskaźnik to posiadanie przez przedsiębiorstwo opracowanych strategii GOZ. Wskaźnik ten został oszacowany jako „ważny” dla $\frac{2}{3}$ ogółu badanych. Przeciwnego zdania był co dziesiąty przedstawiciel badanych przedsiębiorstw. Najwyższą rangę ważności oceniono w firmach branży metalowej, a najniższą w branży chemicznej.

Wskaźnik dotyczący liczby zamówień inwestycyjnych dostosowanych do GOZ był ważny dla ponad $\frac{2}{3}$ ogółu badanych, głównie dla przedstawicieli branży metalowej oraz rolno-spożywczej i wydobywczej, a najniższy dla branży chemicznej.

Wskaźnik dotyczący liczba osób przeszkolonych w zakresie GOZ został oceniony jako ważny dla $\frac{2}{3}$ respondentów, a przeciwnego zdania jest co dziesiąty badany. Najwyżnijszy był dla przedstawicieli branży metalowej. Wysoki również jest odsetek takich ocen w branży energetycznej i rolno-spożywczej oraz wydobywczej. Niską rangę opisywanego wskaźnika zadeklarowali przedstawiciele branży chemicznej.

Podsumowanie

Celem pracy było opisanie wyników badania pilotażowego dotyczące użyteczności wskaźników GOZ. Analiza obejmowała rangę oraz zróżnicowanie w poszczególnych branżach w zakresie oceny „ważności” wskaźników. W badaniu wyodrębniono trzy grupy wskaźników: środowiskowe, ekonomiczne (kosztowe) i społeczno-innowacyjne. Łącznie przeanalizowano 23 wskaźniki. W toku analizy oceniono ważność metodologiczną wskaźników. Uznano m.in., że zawsze powinny mieć one współczynnik, co pozwoli monitorować i porównywać firmy o różnej wielkości. Analiza zróżnicowania branżowego wykazała wiele ciekawych zjawisk, które można i należy zweryfikować w toku kolejnych badań reprezentatywnych i o zakresie ogólnopolskim. Należy również zwrócić uwagę, że w badaniu uwzględniono zarówno wskaźniki, które są możliwe do monitorowania ze względu na dostępność danych jak i wskaźniki postulowane np. wskaźnik śladu środowiskowego. Obecnie nie istnieje globalny standard sprawozdawczości GOZ dla biznesu, co utrudnia raportowanie pozafinansowe.

Wskaźniki wykorzystane w niniejszym badaniu pilotażowym zostały wypracowane w porozumieniu z wieloma ekspertami, a przede wszystkim z przedstawicielami kluczowych dla GOZ branż gospodarki polskiej. Realizacja dalszych badań pozwoli zweryfikować założone przez autorów hipotezy oraz jednoznacznie wskazać kluczowe wskaźniki monitorowania GOZ w danej branży. Autorzy badania zwracają uwagę na sprawozdawczość firm i ich proces raportowania. Wiele średnich i małych firm nie prowadzi takiej sprawozdawczości, gdyż nie posiada odpowiednich wytycznych czy wzorów którymi mogliby się posłużyć. Brak wiedzy i niedostosowanie do obecnych standardów i wymogów prawnych i środowiskowych jest barierą w monitorowaniu GOZ w biznesie.

Pomimo ukazania się wielu ważnych dokumentów dla wielu podmiotów gospodarczych jest to wciąż nowe zagadnienie. W 2020 r. ukazał się nowy standard GRI raportowania odpadów zgodne z ideą GOZ GRI 306: Waste 2020. Raportuje on poziom generowania od-

padów i ich wpływ, a także metody zagospodarowania odpadów, w podziale na metody zgodne i niezgodne z ideą GOZ. Przedsiębiorcy mogą też raportować swój wkład w realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju, w tym np. Cel 12. Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja.

W Polsce powstał już zestaw wskaźników SDGs; dla biznesu jest to Barometr Wpływu. Powstał on we współpracy z GUS w ramach Kampanii 17 Celów mobilizującej polski biznes do działania na rzecz realizacji Celów Zrównoważonego Rozwoju. Zestaw ten pozwala mierzyć wpływ przedsiębiorstw na realizację Agendy w Polsce. W corocznej analizie wskazane są obszary wymagające podjęcia działań naprawczych w polskich firmach. Monitorowanie transformacji GOZ w polskiej gospodarce jest zadaniem trudnym, lecz poprzez wypracowanie i zwryfikowanie wskaźników GOZ dostosowanych do różnych branż możliwe jest zaproponowanie narzędzi pozwalających na wdrożenie idei GOZ w polskich firmach.

Literatura

- Abramowicz, M. i Zajac, K. 1986. Metoda ważenia zmiennych w taksonomii numerycznej i procedurach porządkowania liniowego. *Prace Naukowe AE we Wrocławiu* nr 328, Wrocław.
- Elia i in. 2017 – Elia, V., Grazia Gnoni, M. i Tornese, F. 2017. Measuring circular economy strategies through index methods: a critical analysis. *Journal of Cleaner Production* 142(4), pp. 2741–2751.
https://europa.eu/youreurope/business/running-business/developing-business/emas-registration/index_pl.htm.
<https://kampania17celow.pl/barometrwplywu/>.
<https://www.globalreporting.org/>.
- Janik, A. i Ryszko, A. 2019. Circular economy in companies: an analysis of selected indicators from a managerial perspective. *MAPE 2019*, vol. 2, iss. 1.
- Komisja Europejska 2013. EMAS in the tourism sector.
- Komisja Europejska 2017. EMAS Implementation Tools. Instructions.
- Kulczycka i in. 2020 – Kulczycka, J., Nowaczek, A. i Bączyk, A. 2020. Monitorowanie transformacji gospodarki o obiegu zamkniętym w dokumentach strategicznych Polski i UE. [W:] Wskaźniki monitorowania gospodarki o obiegu zamkniętym, red. Kulczycka J., IGSMiE PAN, Kraków.
- Nowaczek i in. 2020 – Nowaczek, A., Kulczycka, J. i Bączyk, A. 2020. Propozycja wskaźników pomiaru transformacji gospodarki polskiej w kierunku GOZ. [W:] Wskaźniki monitorowania gospodarki o obiegu zamkniętym, red. Kulczycka J., IGSMiE PAN, Kraków.
- Pertsova, Ed. Hauppauge, NY: Nova Science, Vol. 14. World Resource Institute. Climate Data Explorer.
- Plan działania w sprawie surowców krytycznych, (2021/C 175/03).
- Postępy w redukcji emisji gazów cieplarnianych: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/progress_pl#tab-0-0
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. Nr 62, poz. 628 ze zm.)
- Wiedmann, T. i Minx, J. 2008. A definition of carbon footprint” in *Ecological Economics Research Trends*. C.C.
- Wudarszewski, G. 2009. Praktyczne sposoby rangowania celów na przykładzie Firmy ZK. [W:] Cele i uwarunkowania funkcjonowania współczesnych przedsiębiorstw, red. J. Dworak, T. Falencikowski, t. 3, Gdańsk, PN WSB.
- Wudarszewski, W. 2016. Problematyka rangowania w procesach zarządzania na tle doświadczeń praktycznych, *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Wrocławiu* ISSN 1643-7772 I eISSN 2392-1153R. 16 I Nr 1.

WSKAŹNIKI MONITOROWANIA GOSPODARKI W OBIEGU ZAMKNIĘTYM W OCENIE PRZEDSIĘBIORCÓW

Agnieszka NOWACZEK

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

Joanna KULCZYCKA

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

Adam USTRZYCKI

Wyższa Szkoła Bankowa Wydział Ekonomiczny w Opolu

Wprowadzenie

Nowe modele biznesowe odpowiadające idei GOZ są zarówno ogromnym wyzwaniem, jak i szansą rozwoju biznesu i całej gospodarki. Wdrożenie zasad GOZ wymaga zaangażowania nie tylko pojedynczych firm, ale również całego systemu gospodarowania materiałami czy odpadami. W tym kontekście szczególnie ważna jest świadomość uczestników systemu, co do długofalowych efektów, jak i ekonomicznych korzyści mogących wynikać z wprowadzenia GOZ. Eksperti wskazują, że przekształcenia gospodarki, w okresie przejściowym, wiążą się często z niedogodnościami dla uczestników rynku, w dłuższej perspektywie nie spowodują ograniczeń w konsumpcji i we wzroście przedsiębiorstw (PARP 2020). Wdrożenie w przedsiębiorstwach nowych modeli biznesowych, odpowiadających założeniom idei GOZ, będzie skutkowało powstaniem nowych możliwości rozwoju. Obecnie wiele badań wskazuje że przedsiębiorcy deklarują wdrażanie rozwiązań GOZ, głównie z powodu konieczności dostosowania się do obowiązujących regulacji prawnych. Jednak najważniejsze jest, żeby zrozumieli, że wdrażanie rozwiązań GOZ będzie dla nich efektywne oraz będzie stymulować rozwój nowych technologii.

GOZ to ogromna szansa ulepszenia procesów biznesowych, a nawet stworzenia przedsiębiorstw o całkowicie nowym sposobie działania. Przejście na model biznesowy GOZ jest przykładem fundamentalnej zmiany, która wymaga nowego sposobu myślenia i prowadzenia działalności gospodarczej. Dotyczy to każdego wymiaru działalności gospodarczej: między przedsiębiorstwami (B2B), między przedsiębiorstwami a konsumentami (B2C) i między

konsumentami (C2C). CBM oferują nowe możliwości dla przedsiębiorstw i zmieniają relacje między producentami a konsumentami

Istnieje wiele definicji „modelu biznesowego”, większość z nich uważa, że jest to sposób działania i tworzenia przez przedsiębiorstwo wartości dla interesariuszy (Dyba 2017). Jednym z najistotniejszych elementów tworzenia modeli biznesowych jest logistyka zwrotna, a właściwie pełna koncepcja zamkniętych pętli łańcuchów dostaw. Analiza relacji pomiędzy ogniwami łańcucha (sieci) dostaw i sposoby zarządzania przepływami materiałów, informacji i środków finansowych będzie determinować efektywność zastosowanego modelu GOZ (Bondaruk i in. 2015).

W pracy przedstawiono wyniki badań realizowanych w ramach projektu oto-GOZ, dotyczące trendów i postrzegania wskaźników monitorowania GOZ w wybranych sektorach przemysłu. Wyzwaniem dla prowadzenia badań był znacznie szerszy zakres działań w GOZ niż tylko gospodarowanie odpadami. Skupienie się w badaniach tylko na gospodarce odpadami jest barierą we wdrażaniu holistycznych modeli biznesowych, które wymagają patrzenia na biznes poprzez cały łańcuch wartości. W takim ujęciu poszukiwanie nowych zasad współpracy, nowych materiałów (często bio) oraz zasad współdzielenia może przynieść realne korzyści dla każdego z uczestników działań.

1. Trendy w zakresie postrzegania GOZ przez przemysł

Obecnie w procesie wdrażania GOZ uczestniczy coraz więcej podmiotów świadomych, że zmiana modelu gospodarki z linearnej na cyrkularną jest nieunikniona i coraz powszechniej wdrażana. Trendy GOZ wpływają na zmianę trybu pracy, zakupów i sposobu życia. Duży zakres zmian związany z wdrożeniem GOZ może wywołać różne reakcje, zarówno przedsiębiorców, jak i konsumentów, np. akceptację, ale także obawy i lęk przed ograniczeniami funkcjonowania części branż i rynków, a powstawania nowych. Wdrażanie trendów GOZ może mieć wpływ na kształtowanie cen produktów, np. poprzez uwzględnienie ich wpływu na środowisko. Jednocześnie zjawisko to umożliwi zbudowanie dodatkowej wartości dla podmiotów gospodarczych, głównie poprzez wykreowanie oszczędności, które wrócą do gospodarki i będą pobudzały ją w innych działaniach (Deloitte 2018).

W świadomości interesariuszy, zarówno podmiotów publicznych, prywatnych, jak i osób fizycznych, dominują na rynku trendy związane z gospodarką odpadami (recykling, odzysk, selektywna zbiórka odpadów). Obecnie można już zaobserwować trendy wiodące oraz identyfikować mega trendy, które mogą stać się kołem zamachowym przekształceń gospodarek w kierunku GOZ w przyszłości. Autorzy raportu PARP (Ocena zapotrzebowania na wsparcie przedsiębiorstw w zakresie gospodarki o obiegu zamkniętym (*circular economy*)), wymieniają kilka mega trendów, które przyczynią się do osiągnięcia neutralności klimatycznej w UE do 2050 r. Są to:

- Nowe źródła energii i efektywność energetyczna.
- Selektywna zbiórka odpadów i recykling.

- Zmiany zachowań konsumentów.
- Poszukiwanie nowych modeli biznesowych w tym m. in. trendy w zakresie wydłużania cyklu życia produktów i współkorzystania z istniejących zasobów.
- Ekoprojektowanie.
- Zmiany w prawodawstwie i politykach publicznych.
- Zielone zamówienia publiczne.

Powyższe megatrendy są zbieżne z zaproponowanymi (Nowaczek i Kulczycka 2020) wskaźnikami monitorowania GOZ w Polsce. W celu ich weryfikacji i dalszej prognozy przeprowadzono badania dotyczące postrzegania i oceny wskaźników GOZ w perspektywie kolejnych 5 lat w kluczowych branżach polskiej gospodarki.

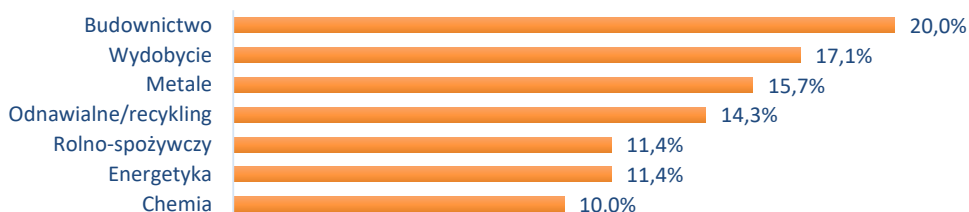
2. Wyniki badań postrzegania kierunków zmian GOZ

Analizie poddano ocenę zmian wskaźników GOZ, w perspektywie kolejnych 5 lat oraz obserwowane przez respondentów trendy zmian ich hierarchii. Łącznie uzyskano społeczną ocenę 24 wskaźników GOZ w podziale na: środowiskowe (15 wskaźników), ekonomiczne (3 wskaźniki) i społeczno-innowacyjne (6 wskaźników). Ponieważ analizowano opinie badanych przedsiębiorstw, a nie konkretne wskaźniki przez nie stosowane, to otrzymane wyniki mają charakter społeczny (socjologiczny), a nie ekonomiczny. Ocenie podlegała świadomość społeczna dotycząca różnorodnych przejawów GOZ. Badania były pierwszą, pilotażową oceną stosowania w firmach wskaźników GOZ. Zabrane dane pozwoliły wstępnie poznać postrzeganiem analizowanymi wskaźnikami GOZ w krótkim horyzoncie czasowym (5 lat) i ich zróżnicowanie w sektorach gospodarki. Należy podkreślić, że wyniki nie są reprezentatywne, a uzyskane w toku analizy statystycznej korelacje nie są statystycznie istotne. Badania zrealizowano w 2020 r. w grupie 70 największych przedsiębiorstw reprezentujących branże: budowlaną (20%), chemiczną (10%), energetyczną (11,4%), metalurgiczną (15,7%), odzysku/recyklingu (14,4%), rolno-spożywczą (11,4% oraz wydobywczą (17,1%) (rys. 1). Badania prowadzono wykorzystując ankietę internetową CAWI dedykowaną konkretnym, wytypowanym wcześniej firmom reprezentującym wybrane sektory w Polsce.

Perspektywy zmian w transformacji GOZ oszacowano na podstawie 5-stopniowej skali Likerta. Z otrzymanych odpowiedzi, którym przyporządkowano indeksy liczbowe, obliczono średnią ważoną oraz błąd oszacowania. Otrzymano w ten sposób precyzyjną rangę postępu transformacji. Należy podkreślić, że w opinii badanych przedstawicieli firm w kolejnych 5 latach 10 z 15 ocenianych wskaźników uznano za „bardzo ważne” czyli „o zdecydowanym wzroście znaczenia” dla badanych firm (indeks powyżej 4), a 5 „jako ważne” czyli o umiarkowanym wzroście znaczenia dla badanych firm” (indeks zbliżony do wartości 4)*.

* Błąd oszacowania średniej to estymowane punktowo odchylenie standardowe pozwalające na oszacowanie precyzji wyznaczenia skali. W praktyce odczytujemy je jako średnia +/- błąd oszacowania.

Branże gospodarki



Rys. 1. Badane przedsiębiorstwa w podziale na branże gospodarki narodowej
Źródło: badanie własne

2.1. Wskaźniki środowiskowe

Z przeprowadzonego badania wynika że najważniejsze wskaźniki środowiskowe GOZ w perspektywie kolejnych 5 lat to:

- ilość odpadów ponownie wykorzystanych,
- ilość odpadów poddana recyklingowi,
- ślad węglowy,
- udział energii odnawialnej w całkowitym zużyciu energii,
- wielkość wytworzonych odpadów.

Uzyskane wyniki (rys. 2) świadczą o znacznej zmianie świadomości badanych podmiotów. Wszystkie badane branże najczęściej wymieniają jako najistotniejsze wskaźniki dotyczące hierarchii postępowania z odpadami. Wiąże się to z powszechnym zjawiskiem utożsamiania idei GOZ z gospodarką odpadami (głównie komunalnymi). Zarówno konsumenci, jak i producenci nastawieni są na zmianę nawyków i poszukiwanie nowych możliwości recyklingu i ponownego wykorzystania odpadów. W Polsce zauważa się rozwój pozytywnego trendu w tym zakresie. Cele w zakresie postępowania z odpadami wyznaczono w Polsce w Krajowym Planie Gospodarki Odpadami 2022 (KPGO 2022). Uwzględniono w nim propozycje legislacyjne rekomendowane przez Komisję Europejską w ramach pakietu dotyczącego GOZ, promującego zwiększenie nacisku na zapobieganie i ograniczanie wytwarzania odpadów. Umożliwi to społeczeństwu uzyskanie maksymalnej wartości z zasobów oraz dostosowanie zużycia do rzeczywistych potrzeb, a przedsiębiorcom maksymalizację zysku. Stosowanie hierarchii postępowania z odpadami pozwala także na utrzymanie jak najwyższej wartości ekonomicznej produktu (Bukowski i Rosińska 2020). Masa odpadów zebranych selektywnie wskazuje w latach 2005–2019 tendencję rosnącą, podobnie jak udział masy odpadów w ogóle zebranych. W Polsce w 2019 r. prawie $\frac{1}{3}$ odpadów komunalnych była zbierana w sposób selektywny. Zarówno selektywna zbiórka odpadów, jak i rozwój nowych technologii ich recyklingu może spowodować, że surowiec wtórny odzyskany z odpadów będzie charakteryzował się lepszą jakością, a tym samym, będzie on dla podmiotów

ponownie go używających cenniejszy. Istotą jest stworzenie takich warunków, w których surowiec obojętnie czy pochodzący ze źródeł pierwotnych czy wtórnych będzie tak samo atrakcyjny pod względem jakościowym, jak i finansowym. Aby pobudzić trend większego wykorzystania surowca z recyklingu do produkcji materiałów z tworzyw sztucznych, zainicjowana została przez Komisję Europejską kampania, która ma na celu dobrowolne zobowiązanie się przedsiębiorców do zwiększonego użycia surowca pochodzącego z recyklingu (Zamknięcie obiegu: Komisja realizuje plan działania dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym, Komunikat prasowy Komisji Europejskiej, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pl/IP_19_1480).

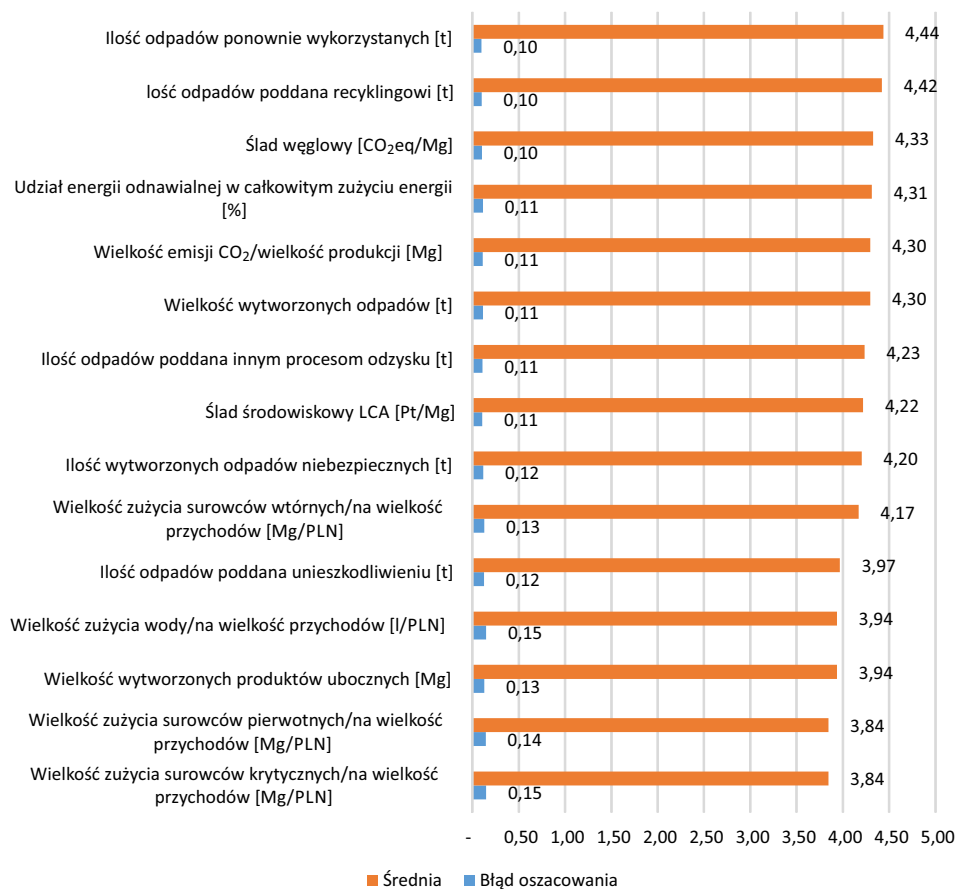
Jako ważny, w krótkim horyzoncie czasowym, został wskazany przez respondentów, zwłaszcza branży budowlanej wskaźnik dotyczący udziału energii odnawialnej w całkowitym zużyciu energii. Związane jest to zapewne z rozwojem budownictwa energooszczędnego.

Wskaźnikiem uznanym za ważny był także wskaźnik śladu węglowego, nie jest on w Polsce monitorowany, ale coraz częściej publikowany w raportach środowiskowych. Jest on definiowany jako suma całkowita emisji gazów cieplarnianych wyemitowanych w cyklu życia (Wiedmann i in. 2008). Zasady jego obliczania określone są w normie ISO 14067:2018 *Gazy cieplarniane – Ślad węglowy wyrobów – Wymagania i wytyczne dotyczące kwantyfikacji*. Dostępnych jest też coraz więcej aplikacji i programów IT, które usprawniają proces kalkulacji śladu węglowego.

Z przeprowadzonego badania wynika, że największy trend wzrostowy odnośnie do wskaźników dotyczących hierarchii postępowania z odpadami wykazuje branża metalowa (90,9%) i chemiczna (71,4%), a spadkowy branża związana z odzyskiem i recyklingiem (30%). Najwyższy trend wzrostowy wskaźnika dotyczącego udziału OZE w całkowitym zużyciu energii odnotowano w branży energetycznej (100%) i chemicznej (85,7%), a spadkowy w sektorze rolno-spożywczym (12,5%). Natomiast w przypadku wskaźnika śladu węglowego największy trend wzrostowy wykazała branża metalowa (81,8%) i rolno-spożywcza (75%), a spadkowy chemiczna i budownictwo (14,3%).

Podobną ocenę przeprowadzono na podstawie zaobserwowanych i wskazanych przez respondentów trendów dotyczących stosowania w ich firmach założeń GOZ. Ranga wszystkich analizowanych wskaźników i mierników środowiskowych została oceniona jako wzrastająca (rys. 3). Jako wskaźniki o największym wzroście ważność wskazano: udział OZE w całkowitym zużyciu energii, ilość odpadów ponownie wykorzystanych, ilość odpadów poddaną recyklingowi, wielkość zużycia surowców wtórnych w stosunku do wielkości przychodów oraz ilość odpadów poddanych innym procesom wydobywania/recyklingu. Relatywnie najniższą, rangę wzrostu wskazano dla wskaźników: ilość wytworzonych odpadów niebezpiecznych oraz wielkość zużycia wody w stosunku do wielkości przychodów.

Skala postępu transformacji w kierunku GOZ (za 5 lat)



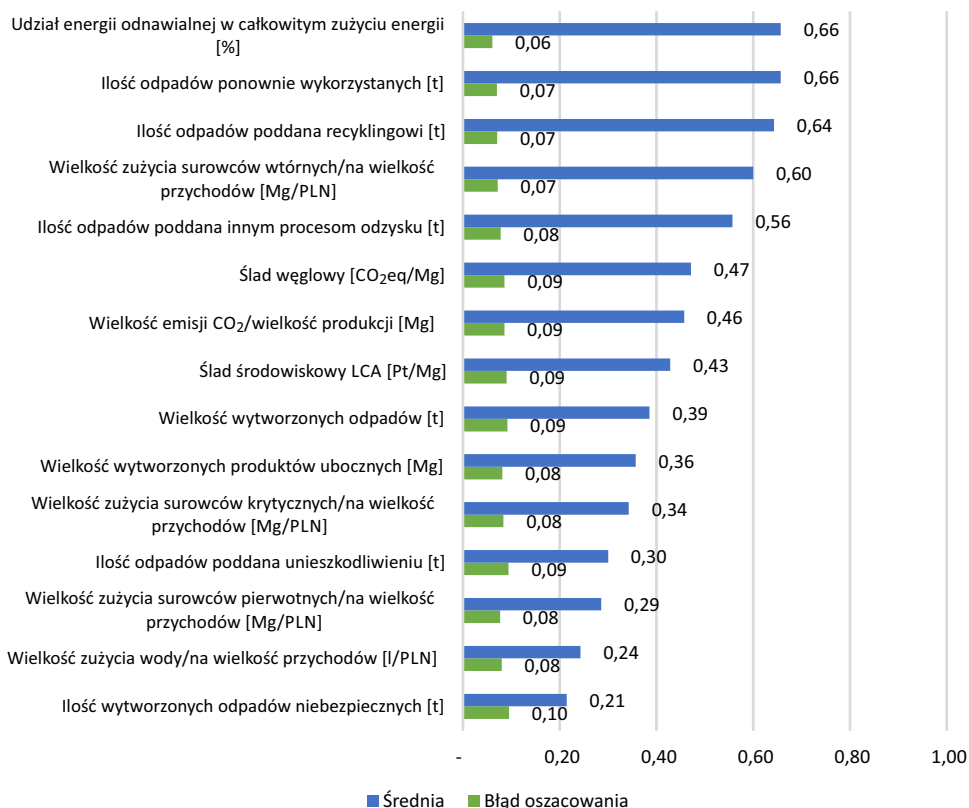
Rys. 2. Perspektywy transformacji w kierunku GOZ na podstawie wskaźników środowiskowych
 Indeksy skali: 1 – zdecydowany spadek znaczenia, 2 – umiarkowany spadek znaczenia, 4 – umiarkowany wzrost znaczenia, 5 – zdecydowany wzrost znaczenia. Przy wyznaczaniu skali pominięto odpowiedzi „nie mam zdania” – oznaczone indeksem 3

2.2. Wskaźniki ekonomiczne (kosztowe)

Drugą grupą badanych wskaźników GOZ były wskaźniki ekonomiczne. Są one związane z kosztami lub z potencjalnymi zyskami, wynikającymi z wprowadzenia rozwiązań zgodnych z ideą GOZ. Wskaźniki ekonomiczne zbadano uwzględniając ich transformację w kolejnych 5 latach oraz ocenie przez pracowników badanych firm aktualnego ich stanu: rozwój, stagnacja albo regres.

Postęp transformacji wskaźników w kierunku GOZ, oceniono wyznaczając odpowiednią skalę (średniej ważonej). Wszystkie oceniane wskaźniki ekonomiczne uzyskały indeksy

Trendy zmian w kierunku GOZ na podstawie wskaźników środowiskowych

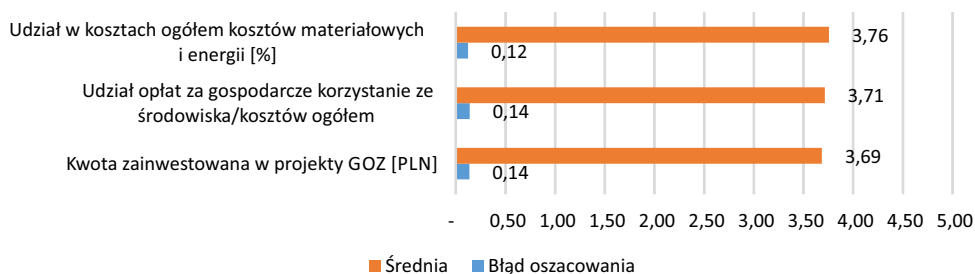


Rys. 3. Trendy zmian w kierunku GOZ na podstawie wskaźników środowiskowych
 Indeks skali: -1 spadek znaczenia, 0 – brak zmian, +1 wzrost znaczenia

zbliżone do 4, co oznacza, że są one ważne w perspektywie kolejnych 5 lat, a najważniejszy z nich, to wskaźnik odnoszący się do udziału w kosztach ogółem kosztów materiałowych i energii (rys. 4).

Z przeprowadzonego badania wynika, że najwyższy trend wzrostowy wskaźnika udziału opłat za gospodarze korzystanie ze środowiska odnotowano w branży metalowej (81,8%) i chemicznej (71,4%). Natomiast spadek zauważalny jest w branży energetycznej (25%) i rolno-spożywczej (25%). Dla wskaźnika kwoty zainwestowanej w projekty GOZ, trend wzrostowy również najsilniej zaznacza się w branży metalowej (90,9%) i nieco słabiej energetycznej (62,5%). Największy spadek nastąpił w branży dotyczącej wydobywania i recyklingu (70%). Najwyższy wzrostowy trend wskaźnika udziału w kosztach ogółem kosztów materiałowych i energii (wzrost na poziomie 88,1%) wykazuje branża metalowa, a nieco niższy branża energetyczna (75%). Spadek trendu zauważalny jest w budownictwie (14,3%).

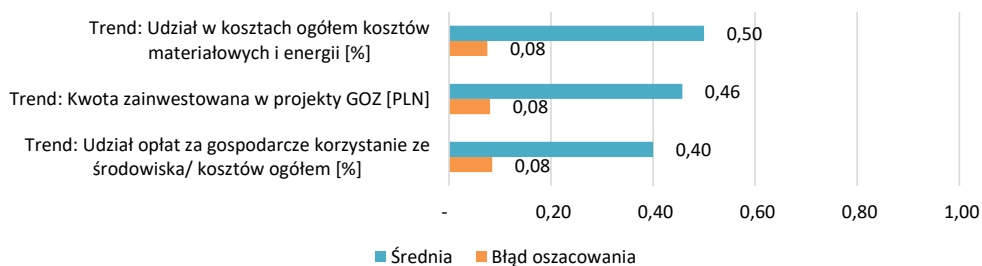
Skala postępu transformacji w kierunku GOZ (za 5 lat)



Rys. 4. Perspektywy transformacji w kierunku GOZ na podstawie wskaźników ekonomicznych (kosztowych)
 Indeksy skali: 1 – zdecydowany brak postępu, 2 – umiarkowany brak postępu, 4 – umiarkowany postęp,
 5 – ważny zdecydowany postęp. Przy wyznaczaniu skali pominięto odpowiedzi nie mam zdania –
 oznaczone indeksem 3

Zgodnie z obraną skalą zestawiono także aktualne trendy zmian znaczenia poszczególnych wskaźników ekonomicznych (rys. 5). Ich analiza wskazuje wzrost znaczenia wszystkich wskaźników ekonomicznych (indeks skali większy od 0), ale największy ma obecnie wskaźnik udziału w kosztach ogółem kosztów materiałowych i energii.

Skala trendów zmian wskaźników ekonomicznych



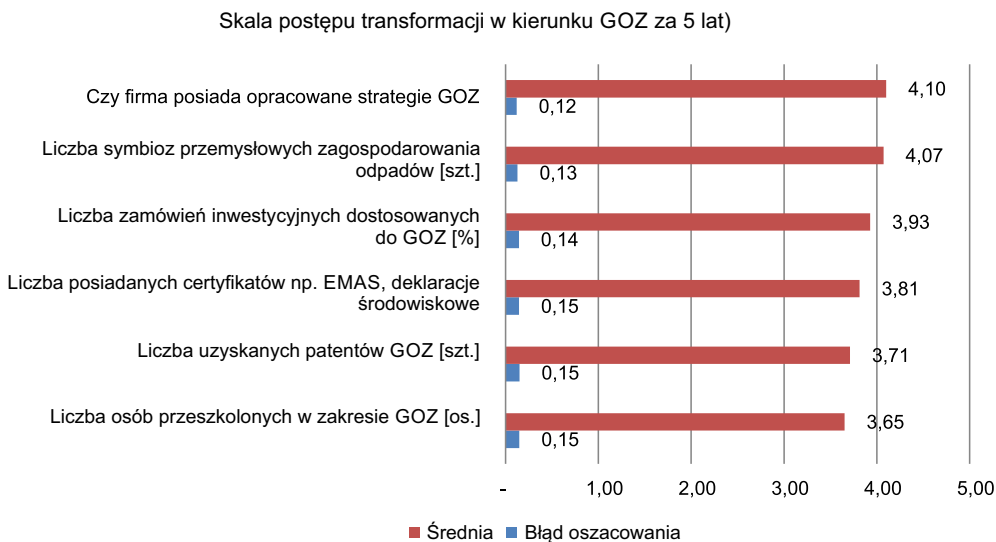
Rys. 5. Trend zmian w kierunku GOZ na podstawie wskaźników ekonomicznych
 Indeksy skali: -1 spadek znaczenia, 0 – brak zmian, +1 – wzrost znaczenia

2.3. Wskaźniki społeczno-innowacyjne

Ostatnią grupą wskaźników GOZ podlegających ocenie przez przedstawicieli badanych przedsiębiorstw były tzw. wskaźniki społeczno-innowacyjne. Analiza dotyczyła trzech aspektów oceny:

1. postępu transformacji w kierunku GOZ w perspektywie kolejnych 5 lat,
2. określeniu aktualnych trendów zmian rangi poszczególnych wskaźników,
3. zróżnicowaniu sektorowemu w ocenie wskaźników.

Perspektywy transformacji w kierunku GOZ zdiagnozowano wykorzystując odpowiednią skalę (średniej ważonej). Jako bardzo ważne uznano dwa analizowane wskaźniki (indeks powyżej 4). Są to (rys. 6) posiadanie przez firmę strategii GOZ oraz liczba symbioz przemysłowych. Pozostałe wskaźniki uznano za ważne (indeksy zbliżone do wartości 4).

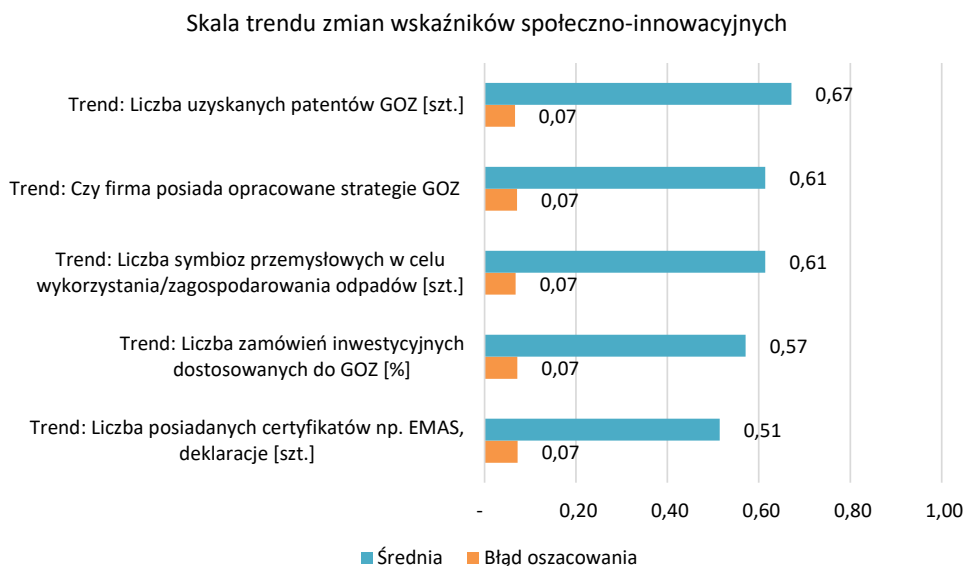


Rys. 6. Perspektywy transformacji w kierunku GOZ na podstawie wskaźników społeczno-innowacyjnych – skala Indeksy skali: 1 – zdecydowany brak postępu, 2 – umiarkowany brak postępu, 4 – umiarkowany postęp, 5 – zdecydowany postęp. Przy wyznaczaniu skali pominięto odpowiedzi nie mam zdania – oznaczone indeksem 3

Najwyższy trend wskaźnika dotyczącego liczby osób przeszkolonych w zakresie GOZ odnotowała branża metalowa (91,9%) i energetyczna (87,5%), a najniższy rolno-spożywcza (37,5%). Również wzrostowy trend w branży metalowej (81,8%) i energetycznej (87,5%) odnotowano w zakresie wskaźnika liczby zamówień inwestycyjnych dostosowanych do GOZ, spadek na poziomie 25% wykazuje branż rolno-spożywcza. Branża metalowa dominuje w zakresie wzrostu trendu dotyczącego opracowanych strategii GOZ (90,9%), a największy spadek odnotowała branża rolno-spożywcza (12,5%). W zakresie wskaźnika dotyczącego liczby symbioz przemysłowych wysoki trend wzrostowy utrzymuje się w branży metalowej (90,9 %) i energetycznej (75%), a spadek w chemicznej (14,2%). Bardzo podobnie kształtuje się trend wzrostowy dotyczący liczby uzyskanych patentów GOZ – dla branży metalowej (81,8%) i energetycznej (87,5%). Trend spadkowy wykazała branża rolno-spożywcza (12,5%). Najwyższy trend wzrostowy dotyczy wskaźnika liczby posiadanych certyfikatów EMAS, w branży budowlanej (78,5%) i chemicznej (71,4%), a trend spadkowy rolno-spożywczej (25%).

Przy ocenie aktualnych trendów zmian wskaźników społeczno-innowacyjnych również posłużono się skalą. Wszystkie oceniane wskaźniki uzyskały indeks dodatni, czyli że trendy

mają charakter wzrostowy. Najwyżej oceniono wskaźnik: liczby uzyskanych patentów GOZ, posiadanie przez firmę opracowanych strategii GOZ oraz liczbę symbioz przemysłowych (rys. 7).



Rys. 7. Trend zmian w kierunku GOZ dla wskaźników społeczno-innowacyjnych
Indeksy skali: -1 – spadek znaczenia, 0 – brak zmian, +1 – wzrost znaczenia

Podsumowanie

Przedstawione analizy miały zidentyfikować wskaźniki GOZ istotne dla badanych podmiotów w krótkim horyzoncie czasowym. Jednak, ze względu na małą próbę, analiza pozwoliła jedynie na wnioskowanie (wstępne wskazówki), które mogą być założeniami do dalszych badań lub hipotezami podlegającymi weryfikacji w skali ogólnopolskiej. Proponowany zestaw wskaźników jest liczny, ale nie wszystkie z nich spełniają wymogi trafności metodologicznej. Część z nich nie ma charakteru współczynników, np. liczba osób przeszkolonych w zakresie GOZ, gdyż w wielkich firmach liczba ta będzie znacznie wyższa niż w firmach małych. Na porównywanie przedsiębiorstw o różnej wielkości korzystniejsza byłaby np. liczba osób przeszkolonych w zakresie GOZ do liczby zatrudnionych. Natomiast wskaźniki ekonomiczne nie powinny ograniczać się wyłącznie do kosztów poniesionych na wdrażanie rozwiązań GOZ. Bardziej konkretnym wskaźnikiem ekonomicznym mogą być potencjalne i faktyczne korzyści wynikające z wprowadzenia rozwiązań GOZ. Wszystkie analizowane wskaźniki zostały uznane przez większość badanych, jako perspektywiczne i charakteryzujące się trendem wzrostowym. Branże, które dostrzegają najwyższy potencjał rozwojowy związany z wprowadzeniem zasad GOZ to: metalowa i energetyczna. Najmniej-

szy potencjał dostrzegają firmy branży: budowlanej i recyklingowej. Zastanawiające jest, że w ocenie firm recyklingowych potencjał związany z GOZ okazał się najniższy, mimo że to właśnie one powinny być najbardziej zainteresowane jej wdrażaniem. Może to wynikać z wyczerpania przez tę branżę swojej dynamiki wzrostowej, ale być może istnieją inne bariery, których firmy nie ujawniły w trakcie ocen. Aby skutecznie niwelować bariery rozwoju GOZ, niezbędny jest odpowiedni system zachęt, np. wsparcie finansowe dla firm. Podjęcie różnych działań ukierunkowane powinno być na eliminowanie barier, tj. niskiej świadomości uczestników rynku (przedsiębiorców i konsumentów), oraz niskiego poziomu wiedzy wśród przedstawicieli firm w Polsce.

Literatura

- Bondaruk i in. 2015 – Bondaruk, J., Trząski, L., Skalny, A., Gieroszka, A., Pilch, A., Krawczyk, B., Cichy, L., Markowska, M., Głodniok, M., Kruczek, M. i Zawartka, P. 2015. Przewodnik budowania lokalnej strategii innowacji.
- Bukowski, H. i Rosińska, M. 2020. Postępowanie z odpadami wraz z zarysem możliwych zmian regulacyjnych. Poradnik dla Przedsiębiorców. Innowo 2020. <https://innowo.org/pl/publikacje-goz/203>.
- Deloitte Sustainability 2016. Circular economy potential for climate change mitigation. Deloitte 2018. Zamknięty obieg otwarte możliwości. Perspektywy rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym w Polsce.
- Dyb, H. 2017. Model biznesowy – istota kategorii. *Studia i Prace WNEIZ US* 2017/47/1, s. 13.
- Krajowy plan gospodarki odpadami przyjęty przez Radę Ministrów uchwała 88 z dnia 1 lipca 2016 r. <https://bip.mos.gov.pl/strategie-plany-programy/krajowy-plan-gospodarki-odpadami/krajowy-plan-gospodarki-odpadami-2022/krajowy-plan-gospodarki-odpadami-2022-przyjety-przez-rade-ministrow-uchwala-nr-88-z-dnia-1-lipca-2016-r/>.
- Nowaczek i in. 2020 – Nowaczek A., Kulczycka J. i Bączek A. 2020. Propozycja wskaźników pomiaru transformacji gospodarki polskiej w kierunku GOZ. [W:] *Wskaźniki monitorowania gospodarki o obiegu zamkniętym*, red. Kulczycka J., IGSMiE PAN, Kraków.
- PARP, Ocena zapotrzebowania na wsparcie przedsiębiorstw w zakresie gospodarki o obiegu zamkniętym (circular economy). Raport końcowy.
- Putting theory into practice: Circular Economy Business Models in the EU, https://www.interregeurope.eu/fileadmin/user_upload/plp_uploads/policy_briefs/PB_on_CEBM_FINAL.pdf; stan na 05.09.2021 r.
- Wiedmann, T. i Minx, J. 2008. A definition of carbon footprint” in *Ecological Economics Research Trends*. C.C. Pertsova, Ed. Hauppauge, NY: Nova Science, Vol. 14. World Resource Institute. Climate Data Explorer.
- Zamknięcie obiegu: Komisja realizuje plan działania dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym, Komunikat prasowy Komisji Europejskiej, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pl/IP_19_1480.

**Gospodarka o obiegu zamkniętym
w miastach i podmiotach gospodarczych**

GOSPODARKA CYRKULACYJNA W KRAKOWIE – WYZWANIA, BARIERY I KORZYŚCI

Agnieszka GENEROWICZ

Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki,

Katedra Technologii Środowiskowych, Kraków

Joanna KULCZYCKA

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

Wprowadzenie

Gospodarka cyrkulacyjna to pojęcie coraz szerzej stosowane, nie tylko w teorii, ale również w praktycznych rozwiązaniach, na wszelkich etapach produkcji i użytkowania produktów, procesów i technologii. W gospodarstwach domowych od 20 lat mieszkańcy uczą się segregować odpady, oszczędzać wodę, wykorzystywać deszczówkę, nadawać zużyтым przedmiotom nowe życie. GOZ zakłada, że cykl życia odpadów – surowców można zamknąć (zamknąć), wpływając na ograniczenie wzrostu zanieczyszczenia środowiska. Zgodnie z definicją GOZ uwzględnia równocześnie korzyści finansowe i gospodarcze. Jej celem jest stworzenie środowiska życia opartego na rozsądnym i zrównoważonym wykorzystaniu zasobów i surowców – naturalnych i wtórnych. Wyzwaniem jest rosnąca ilość odpadów. Na świecie 60% zużytych materiałów jest kierowane na składowiska lub spalane. Niektóre z nich, jak np. opakowania z tworzyw sztucznych używane są w 95% tylko jednorazowo. Rocznie odpadami stają się surowce o wartości 80–120 mld USD, a generowane przez nie negatywne efekty zewnętrzne szacuje się na 40 mld USD. Jeśli sytuacja ta nie ulegnie zmianie, to przewiduje się, że do 2050 r. w oceanach będzie więcej plastiku niż ryb (Cavaleiro de Ferreira i Fusco-Nerini 2019; Circle Economy 2019; Circle Economy. Circular Prague 2019; Circular Cities Hub 2017; Chertow 2000; Sztaba red. i Adamska 2007; Ellen MacArthur Foundation 2016; Marin i De Meulder 2018; Nocca i Fusco Girard 2017; Nocca 2017; Preston 2012; Van Berkel i in. 2009; Williams 2019).

Celem pracy jest prezentacja Krakowa jako miasta, w którym możliwe jest wprowadzenie gospodarki cyrkulacyjnej, z bardziej efektywnym wykorzystaniem zasobów, przeciw-

działaniem obniżaniu różnorodności biologicznej oraz zmniejszaniem poziomu zanieczyszczeń emitowanych w wyniku działalności ludzkiej.

1. Cyrkulacyjny model w miastach

Odpowiedzią na współczesne zagrożenia ekologiczne, wśród których największym jest fakt, że środowisko jest barierą, a nie czynnikiem rozwoju, jest model GOZ, model gospodarczy, integrujący, kompleksowy, a nie ukierunkowany na konkretny czynnik rozwoju (Fusco Girard i in. 2014; Fusco Girard i Nocca 2017; Geng i in. 2010; Gravagnuolo 2019). Wpisuje on w nowe podejście w Cele Zrównoważonego Rozwoju ONZ (*Sustainable Development Goals – SDGs*), nie tylko te dotyczące zrównoważonych wzorców konsumpcji i produkcji, lecz także wody, energii, klimatu oraz współpracy, które są niezbędne do podjęcia koniecznych, systemowych i zintegrowanych działań. Dlatego właśnie GOZ jest aktualnie priorytetem polityki gospodarczej UE. Podejście gospodarcze wymaga, zwłaszcza od dużych jednostek miejskich i aglomeracji, przejścia od myślenia sektorowego do kompleksowej organizacji i zmiany modelu zarządzania dla poprawy produktywności, aby przepływy materiałowe, energetyczne i informacyjne, wejściowe i wyjściowe były „zamknięte”. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego i Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów w sprawie monitorowania GOZ (COM 2018), z dnia 16.1.2018 r., zdefiniował ramy monitorowania transformacji gospodarki linearnej na gospodarkę cyrkulacyjną. Mają one mierzyć postęp działań na rzecz GOZ w taki sposób, aby uwzględnić różne jej wymiary na wszystkich etapach cyklu życia zasobów, produktów i usług. Dokument podaje ogólne założenia i wskaźniki, nie definiując szczegółów i nie dając interpretacji, w jaki sposób mierzyć transformację na potrzeby pojedynczych przedsiębiorstw czy jednostek samorządu terytorialnego. Według cytowanego dokumentu ramy monitorowania obejmują zestaw dziesięciu wskaźników (tab. 1) pogrupowanych w czterech grupach:

- 1) produkcja i konsumpcja,
- 2) gospodarowanie odpadami,
- 3) surowce wtórne
- 4) konkurencyjność i innowacje.

Tabela 1 Wskaźniki dotyczące gospodarki o obiegu zamkniętym włączone do ram monitorowania

Lp.	Nazwa	Znaczenie	Narzędzia dostępne w UE (przykłady)
1	2	3	4
PRODUKCJA I KONSUMPCJA			
1	Samowystarczalność UE w zakresie surowców	GOZ powinna pomóc w rozwiązaniu problemu ryzyka związanego z dostawami surowców, zwłaszcza surowców krytycznych.	Inicjatywa na rzecz surowców; Plan działania na rzecz zasobooszczędnej Europy.

1	2	3	4
2	Zielone zamówienia publiczne	Zamówienia publiczne stanowią znaczną część konsumpcji i mogą być czynnikiem napędzającym GOZ.	Strategia w zakresie zamówień publicznych; unijne systemy wsparcia oraz dobrowolne kryteria dotyczące zielonych zamówień publicznych.
3	Wytwarzanie odpadów	W GOZ wytwarzanie odpadów jest ograniczone do minimum.	Dyrektywa ramowa w sprawie odpadów; dyrektywy w sprawie poszczególnych strumieni odpadów; strategia dotycząca tworzyw sztucznych.
4	Odpady spożywcze	Wyrzucanie żywności ma negatywny wpływ na środowisko naturalne, klimat oraz gospodarkę.	Rozporządzenie ustanawiające ogólne zasady prawa żywnościowego; dyrektywa ramowa w sprawie odpadów; różne inicjatywy (np. Platforma ds. Strat i Marnowania Żywności).
GOSPODAROWANIE ODPADAMI			
5	Całkowity poziom recyklingu	Zwiększenie poziomu recyklingu stanowi element przejścia na GOZ.	Dyrektywa ramowa w sprawie odpadów
6	Poziomy recyklingu dotyczące poszczególnych strumieni odpadów	Ukazuje postęp w dziedzinie recyklingu kluczowych strumieni odpadów.	Dyrektywa ramowa w sprawie odpadów; dyrektywa w sprawie składowania odpadów; dyrektywy w sprawie poszczególnych strumieni odpadów.
SUROWCE WTÓRNE			
7	Wpływ materiałów pochodzących z recyklingu na popyt na surowce	W GOZ surowce wtórne są powszechnie stosowane do wytwarzania nowych produktów.	Dyrektywa ramowa w sprawie odpadów; dyrektywa w sprawie ekoprojektu; oznakowanie ekologiczne UE; rozporządzenie REACH; inicjatywa na rzecz rozwiązań na styku przepisów dotyczących chemikaliów, produktów i odpadów; strategia dotycząca tworzyw sztucznych; normy jakości dla surowców wtórnych.
8	Obrót surowcami poddającymi się procesowi recyklingu	Obrót surowcami nadającymi się do procesów recyklingu odzwierciedla znaczenie rynku wewnętrznego oraz globalnego udziału w GOZ.	Polityka rynku wewnętrznego; rozporządzenie w sprawie przemieszczania odpadów; polityka handlowa.
KONKURENCYJNOŚĆ I INNOWACJE			
9	Inwestycje sektora prywatnego, miejsca pracy oraz wartość dodana brutto	Odzwierciedlają one wpływ GOZ na tworzenie miejsc pracy i wzrost gospodarczy.	Plan inwestycyjny dla Europy; Fundusze strukturalne i inwestycyjne; InnovFin – Fundusze unijne dla innowatorów; Platforma wsparcia finansowego dla GOZ; Strategia na rzecz zrównoważonego finansowania; Inicjatywa w zakresie zielonego zatrudnienia; Nowy europejski program na rzecz umiejętności; Polityka rynku wewnętrznego.
10	Patenty	Innowacyjne technologie związane z GOZ podnoszą globalną konkurencyjność UE.	„Horyzont 2020” Horyzont Europa, Life.

Źródło: COM (2018).

Modele GOZ mają integrować działania, tworzyć łańcuchy wartości dla nowych produktów, technologii i obszarów (Fusco Girard i Nocca 2019). Dlatego też miasta i obszary aglomeracyjne są bardzo dobrymi miejscami dla tworzenia struktur GOZ. Rozrastające się obecnie miasta obejmują 55% światowej populacji. 72% ludności Europy (według Eurostatu) mieszka obecnie w miastach i na obszarach metropolitalnych, a przewiduje się, że do 2050 r. będzie to 80%. Ponieważ świat i Europa nadal się urbanizuje, wyzwania związane ze zrównoważonym rozwojem będą w coraz większym stopniu koncentrować się w miastach i dlatego konieczne jest szukanie w nich nowych rozwiązań dla zamykania obiegów. Wiąże się to z identyfikacją i wdrażaniem nowych modeli i strategii rozwoju, zarządzania, finansowania i monitorowania wydajności miast. W literaturze (<https://gozwpraktyce.pl/modele-biznesowe/>; <https://innowo.org/pl/CircularCities>; Jastrzębska 2017; Kirchherri in. 2017; COM (2018); Kulczycka red. 2020) istnieje wiele odwołań i propozycji co do monitorowania działań GOZ w miastach i aglomeracjach. W tabeli 2 przedstawiono niektóre wybrane, z licznej grupy, wskaźniki, z podziałem na podgrupy wskaźników środowiskowych, ekonomicznych i społecznych. Jest ich bardzo dużo, niektóre są trudne do zmierzenia lub w ogóle niemierzalne. Przykładowo Fusco Girard i Nocca (2019) wymienia:

- 90 wskaźników monitorujących wymiar środowiskowy,
- 35 wskaźników monitorujących wymiar gospodarczy i ekonomiczny,
- 39 wskaźników monitorujących wymiar społeczny i kulturowy.

Bardzo istotne jest, że rozwiązania dla GOZ mają wymiar gospodarczy, dlatego ich ocena ma charakter nie tylko środowiskowy, ale również ekonomiczny i społeczno-kulturowy.

Tabela 2. Wybrane, przykładowe wskaźniki mierzące cyrkularność wybranych miast [20]

Wskaźnik	Jednostka	Skala oddziaływania (mikro–mezo–makro) Mi–Me–Ma	Miasta, gdzie jest stosowany
1	2	3	4
Wymiar środowiskowy			
Ilość lub procent materiału pochodzącego z recyklingu	Mg/rok lub %/rok	Mi–Me–Ma	Circular London Circular Rotterdam Maribor, Slovenia Lubljana, Slovenia
Ilość lub odsetek ponownie wykorzystanych produktów	Mg/rok lub %/rok	Mi–Me–Ma	Circular London Circular Rotterdam Maribor, Slovenia
Ilość lub procent odzyskanych produktów	Mg/rok lub %/rok	Mi–Me–Ma	Circular Prague, Maribor, Slovenia Lubljana, Slovenia
Ilość surowców użytych w procesach produkcyjnych	ton/rok	Mi–Me–Ma	Circular London
Średnia ilość materiałów zatrzymanych w cyklu na mieszkańca w ciągu roku	kg/rok	Mi–Me–Ma	Antwerp Circular South
Procent przepływów przychodzących/wychodzących	%/rok	Me	Circular Paris

1	2	3	4
Ilość emisji CO ₂ Ilość emisji gazów cieplarnianych	kg CO ₂ /rok	Mi–Me–Ma	Circular London Circular Amsterdam Circular Prague Malmo
Ilość emisji NO _x	Mg/rok	Me–Ma	Circular Prague
Wielkość emisji drobnych pyłów, średnia roczna jakość powietrza pyłów zawieszonych	Mg/rok lub PM2.5 µg/m ³	Me–Ma	Circular Prague Circular Rotterdam
Średnia ilość odpadów trafiających na składowisko lub do spalania	Mg/rok	Me–Ma	Circular London Circular Prague
Ilość odpadów stałych ponownie wykorzystanych	Mg/rok lub %/rok	Me–Ma	Maribor, Slovenia Lubljana, Slovenia Circular Glasgow Circular Prague
Oszczędność energii rocznie	%/rok	Mi–Me–Ma	Circular Glasgow Circular Paris
Liczba symbioz/synergii łączących przedsiębiorstwa (wymieniane zasoby)	ilość/rok	Me–Ma	Kawasaki, Japan Malmo
Wymiar gospodarczy i ekonomiczny			
Oszczędności finansowe zarówno dla konsumentów, jak i przedsiębiorstw stosujących bardziej wydajne modele biznesowe o obiegu zamkniętym	Euro/rok	Mi–Me–Ma	Circular London
Koszty gospodarowania odpadami	Euro/rok	Me–Ma	Circular Glasgow Circular Prague
Finanse przyznane przez gminę na różne projekty ciepłownicze i energetyki miejskiej	Euro/rok	Me	Malmo
Wartość zużytych towarów nadających się do ponownego użycia lub recyklingu kierowanych do składowania	Euro	Mi	Circular London
Globalna sprzedaż związana z GOZ	%/rok	Me–Ma	Marylia
Tworzenie wartości dodanej i wzrost gospodarczy	Euro/rok	Me–Ma	Maribor, Lubljana,
Wymiar społeczny i kulturowy			
Liczba nowych miejsc pracy Udział prac cyrkulacyjnych (prace w pełnym lub niepełnym wymiarze godzin, które są związane z jedną z siedmiu podstawowych zasad zatrudnienia cyrkulacyjnego) Procent nowych miejsc pracy związanych z GOZ Liczba nowych miejsc pracy: – recykling opakowań – ekologia przemysłowej – zielone	ilość/rok lub %/rok	Mi–Me–Ma	Circular London Marseille Circular Amsterdam Circular Rotterdam Circular Paris Circular Glasgow Kalundborg industrial symbiosis Maribor Circular Prague Lubljana, Kawasaki, Japan

1	2	3	4
Liczba zatrudnionych w GOZ	ilość/rok	Me–Ma	Kalundborg industrial symbiosis
Ludność poniżej granicy ubóstwa	%/rok	Me–Ma	Circular Rotterdam
Liczba nowych inicjatyw cyrkularnych	ilość/rok	Me–Ma	Circular Rotterdam
Liczba partnerów prywatnych zaangażowanych w symbiozę przemysłową	ilość/rok	Me–Ma	Kalundborg Industrial Symbiosis
Liczba partnerów publicznych zaangażowanych w symbiozę przemysłową	ilość/rok	Me–Ma	Kalundborg Industrial Symbiosis

Źródło: Fusco Girard i Nocca 2019.

W tabeli 2 uwzględniono również, opracowaną wg (Fusco Girard i Nocca 2019) skalę oddziaływania GOZ mikro-, makro- i mezo- (Mi–Me–Ma). Pozwala ona na możliwość określania oddziaływania działań GOZ: lokalnego, regionalnego oraz globalnego, a ich wymierność wskazuje możliwość realizacji założeń zrównoważonego rozwoju, GOZ lub Zielonego Ładu UE.

2. Kraków jako miasto cyrkularne

Kraków położony jest w południowej Polsce, w środkowo-zachodniej części województwa małopolskiego. Jest to drugie co do liczby mieszkańców miasto w Polsce (781 tys. w 2020 r.) i stolica województwa małopolskiego. Gmina Miejska Kraków (GMK) jest jednym z największych ośrodków miejskich w kraju, zajmując powierzchnię 327 km².

Kraków uczestniczył w projekcie *Circular Cities* (Circular Cities Program.... 2020), jako jedno z pierwszych miast w Polsce, obok Gdańska i Lublina. W ramach projektu opracowano praktyczne, gotowe do wdrożenia strategie cyrkularne, przygotowano analizy aktualnego przepływu odpadów w mieście i opracowano strategie transformacji w kierunku gospodarki cyrkularnej. W raporcie *Circular Cities* „Cyrkularna Strategia dla Krakowa”, wskazano 4 obszary, w ramach których realizowana będzie GOZ w Krakowie (Circular Cities Program.... 2020):

A. Miasto o cyrkularnym metabolizmie w tym:

1. Wzmocnienie kultury Krakowa w obszarze GOZ.
2. Dawanie dobrego przykładu.
3. Poprawa logistyki i infrastruktury cyrkularnej.
4. Wykorzystanie strumieni odpadów.

B. Dobrze skomunikowane miasto propagujące kulturę kreatywności i innowacji w tym:

1. Pogłębienie wiedzy społeczeństwa nt. GOZ.
2. Wykorzystanie innowacyjnego potencjału współpracy międzysektorowej.
3. Wspieranie innowacji i świadomości międzysektorowej.
4. Zmniejszenie wpływu krakowskiego sektora turystycznego.

C. Miasto z ekosystemem przyjaznym dla ludzi i innych gatunków

1. Utworzenie terenów zielonych dostępnych dla wszystkich mieszkańców.
2. Ochrony środowiska o wysokiej wartości.
3. Promowanie rozwiązań opartych na naturze.

D. Zrównoważone, zróżnicowane i sprzyjające włączeniu społecznemu budownictwo:

1. Przekształcenie istniejących zasobów budowlanych.
2. Zmniejszenie dużego wpływu materiałów konstrukcyjnych.
3. Włączenie zasad cyrkularnych przy nowych budowach.

Kolejnym etapem przedstawionych działań był udział w projekcie oto-GOZ. Jednym z jego etapów było przetestowanie i wdrożenie opracowanych indeksów GOZ w wybranych polskich dokumentach planistycznych na poziomie lokalnym, regionalnym i krajowym. Uwzględnienie indeksów GOZ w dokumentach planistycznych/strategicznym na poziomie regionalnym i krajowym miało być bodźcem dla rozwoju społeczno-gospodarczego kraju oraz umożliwić monitorowanie transformacji z gospodarki linearnej na GOZ w Polsce. Dla zdefiniowania GOZ na poziomie Gminy Miejskiej Kraków konieczne było opracowanie i wskazanie przepływów materiałowych i energetycznych, najlepiej skwantyfikowanych liczbowo i łatwych do zmierzenia i porównywania. W przypadku Gminy Miejskiej Kraków, zdefiniowanie możliwe było dzięki pełnemu udziałowi własności gminy w spółkach i dostępności danych. Wśród tych spółek wskazać należy Krakowski Holding Komunalny SA oraz spółki od niego zależne:

- Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej SA,
- Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne SA,
- Wodociągi Miasta Krakowa SA,
- Arena Kraków SA,
- Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania Sp. z o.o.

Opierając się na obszarach zdefiniowanych w dokumencie *Circular Cities* „Cyrkularna Strategia dla Krakowa” opisano działania wykonywane dotychczas w Gminie Miejskiej Kraków w zakresie realizacji GOZ, pomimo braku dotychczas w tym zakresie dedykowanych dokumentów planistycznych. Realizowane już działania, w tym zakresie, potwierdzają słuszność realizacji tej strategii.

Działania uporządkowano w obszarach zdiagnozowanych w dokumencie *Cyrkularna Strategia dla Krakowa*, Kraków (2020), a w tabeli 3 zaprezentowano jeden z tych obszarów i zdefiniowane dla niego działania, realizowane przez Spółki Miejskie, Urząd Miasta Krakowa oraz Miejskie Jednostki Organizacyjne (Plan działań gospodarki... 2021).

Dodatkowo w ramach oceny stanu i możliwości realizacji GOZ dla miasta zdefiniowano istniejące symbiozy gospodarcze funkcjonujące między Spółkami Miejskimi w Krakowie. Ich zadaniem jest łączenie procesów gospodarczych, w myśl których łańcuchy wartości nieprzydatne w jednym łańcuchu produkcyjnym stają się wkładem do innej działalności gospodarczej, tworząc trwałą sieć wymiany zasobów i budując logiczny system metabolizmu miasta, zamykając obiegi materiałowe i energetyczne (tab. 4). W tabeli 4 podano również

Tabela 3. Realizowane w Krakowie działania w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym w obszarze dotyczącym zrównoważonego budownictwa

OBSZAR IV ZRÓWNOWAŻONE, ZRÓŻNICOWANE I SPRZYJAJĄCE WŁĄCZENIU SPOŁECZNEMU BUDOWNICTWO	
	Działania miejskie
Urząd Miasta Krakowa i Miejskie Jednostki Organizacyjne	realizacja: <ul style="list-style-type: none"> – programu rozwoju odnawialnych źródeł energii (OZE) przewidującego dotacje dla instalacji OZE (pomp ciepła, kolektorów słonecznych i paneli fotowoltaicznych) w budynkach mieszkalnych i w lokalach mieszkalnych zlokalizowanych na terenie Krakowa; – programu termomodernizacji budynków jednorodzinnych dla Miasta Krakowa, w ramach którego można uzyskać dofinansowanie na przeprowadzenie termomodernizacji budynku jednorodzinnego, który posiada ogrzewania proekologiczne; – krakowskiego programu małej retencji wód opadowych, w ramach którego dofinansowane jest wykonanie systemu do gromadzenia i wykorzystania wód opadowych i roztopowych; – programu dofinansowanego w ramach środków Unii Europejskiej: „Termomodernizacja budynków użyteczności publicznej przeznaczonych na realizowanie świadczeń zdrowotnych w Krakowie”; – programu ATELIER finansowanego przez Komisję Europejską w ramach programu Horyzont 2020, polegającego na utworzeniu obszarów składających się z kilku budynków, w których zachowany jest dodatni bilans energetyczny, w celu wytworzenia większej ilości energii niż same zużywają.
KHK SA	<ul style="list-style-type: none"> – systematyczne zwiększenie ekologicznego ciepła pochodzącego z OZE do miejskiego systemu ciepłowniczego; – organizacja postępowania przetargowego na dostawę energii elektrycznej pochodzącej z OZE do jednostek GMK i spółek;
MPK SA	<ul style="list-style-type: none"> – inwestycja w rozbudowę i modernizację hali usługowo-naprawczej w Nowej Hucie; – zakup do wszystkich PPE (Punktów Poboru Energii) energii pochodzącej ze OZE na okres od 1 lipca 2021 do 30 czerwca 2023 r.
Arena Kraków SA	<ul style="list-style-type: none"> – zakup do wszystkich PPE energii pochodzącej z OZE na okres od 1 lipca 2021 do 30 czerwca 2023 r.
MPEC SA	<ul style="list-style-type: none"> – planowane modernizacje budynków; – budowa nowej siedziby spółki o obniżonej energochłonności; – modernizacja istniejących budynków do norm wydajności.
MPO Sp. z o.o.	<ul style="list-style-type: none"> – budowa punktu ponownego użycia i napraw dla realizacji zapobiegania powstawaniu odpadów (w tym odpadów remontowych pochodzenia komunalnego).

Źródło: Plan działań gospodarki... 2021.

identyfikację prowadzonych już działań ze strategiami biznesowymi Fundacji Ellen MacArthur. GOZ jest ogromną szansą ulepszenia procesów biznesowych, a nawet utworzenia przedsiębiorstw o całkowicie nowym sposobie działania. Powstające modele biznesowe, wpisujące się w tę koncepcję gospodarczą, mogą bazować na tradycyjnych modelach gospodarczych, jak naprawa czy wypożyczanie lub wykorzystywać współczesne technologie. Zestawienie RESOLVE opracowane przez Fundację Ellen MacArthur to jedno z pierwszych i bardziej znanych zestawień, złożonych z 6 strategii biznesowych, tworzących akronim **RESOLVE**:

Tabela 4. Przykłady symbioz w Spółkach Miejskich Krakowa oraz ich identyfikacja z modelem RESOLVE, opracowanym przez Fundację Ellen MacArthur

Lp.	Rodzaj symbiozy gospodarczej między spółkami GMK	Spółki Miejskie	Identyfikacja symbioz z modelem RESOLVE
1	Odzysk i recykling materiałowy i organiczny oraz przygotowanie odpadów do procesów termicznego przekształcania, odzysk energii z odpadów	MPO Sp. z o.o. KHK SA	zapętlenie (Loop) optymalizacja (Optimise),
2	Nowoczesny system oczyszczania Miasta z wykorzystaniem wody „szarej” i deszczowej do mycia ulic, samochody czyszczące, pracujące z zamkniętymi obiegami wody i powietrza	MPO Sp. z o.o. WMK SA	zapętlenie (Loop)
3	Podjęwana współpraca MPO Sp. z o.o. z różnymi podmiotami w zakresie symbioz przemysłowych (budki dla ptaków z odpadów wielogabarytowych, odpady tekstylne)	MPO Sp. z o.o. Asocjacja Promotorów Radosnego Ptaka PCK	regeneracja (REgenerate)
4	Utworzony punkt wymiany używanych książek dla mieszkańców	MPO Sp. z o.o.	wymiana (Exchange)
5	Integracja działań Spółek Miejskich	KHK SA	zapętlenie (Loop)

Źródło: Plan działań gospodarki... 2021.

- 1) regeneracja (**RE**generate),
- 2) współdzielenie (**Share**),
- 3) optymalizacja (**Optimise**),
- 4) zapętlenie (**Loop**),
- 5) wirtualizacja (**Virtualise**),
- 6) wymiana (**Exchange**).

Na podstawie diagnozy stanu istniejącego sformułowano cel główny realizacji GOZ w Gminie Miejskiej Kraków, jako „definiowanie zasobów, łańcuchów wartości materiałów, zasobów odpadowych i naturalnych oraz energii dla racjonalizacji gospodarki nimi na obszarze Miasta, ze wskazywaniem możliwości cyrkulacyjnych; przy wsparciu edukacji i promocji założeń GOZ oraz ekonomii współdzielenia oraz budowaniu współpracy z jednostkami GMK, przedsiębiorcami, środowiskiem naukowym oraz mieszkańcami Krakowa”. Dla tak zdefiniowanego celu głównego określono zadania do realizacji oraz wskaźniki oceniające i mierzące możliwości ich realizacji, zgodne z założeniami dokumentów planistycznych.

Wskaźniki monitorujące GOZ w Gminie Miejskiej Kraków zostały opracowane w obszarach zdefiniowanych w dokumencie *Circular Cities* „Cyrkularna Strategia dla Krakowa”. W publikacji (Kulczycka red. 2020) wskaźniki monitorujące GOZ w regionie podzielono na **główne, pomocnicze i kontekstowe**.

W tabeli 5 zaprezentowano wybrane wskaźniki główne monitorujące realizację GOZ w Krakowie w obszarach wyznaczonych przez dokument *Circular Cities* „Cyrkularna Stra-

Tabela 5. Wybrane wskaźniki monitorowania GOZ w Krakowie

Opisary wyznaczone przez Circular Cities „Cykularna Strategia dla Krakowa”, 2020	Nazwa wskaźnika	Jednostka	Opis wskaźnika/jeśli wymagany	Rok bazowy/lata bazowe	Wartość bazowa w latach/roku bazowym
MIASTO O CYRKULARNYM METABOLIZMIE MATERIAŁÓW	Ilość odpadów komunalnych selektywnie zebranych przez mieszkańców Gminy Miejskiej Kraków	%	udział % odpadów komunalnych selektywnie zebranych w ogólnej masie odpadów komunalnych odebranych od mieszkańców Gminy Miejskiej Kraków.	2018 2019 2020	21,71 21,10 21,85
	Recykling i przygotowanie do ponownego użycia i odzysku odpadów budowlanych i rozbiórkowych	%	użytkowany poziom recyklingu i przygotowania do ponownego użycia odpadów: budowlanych i rozbiórkowych pochodzenia komunalnego w skali roku.	2018 2019 2020	100 100 99,63
MIASTO ZINTEGROWANE GOSPODARUJĄCE W SPOSOB KREATYWNY I INNOWACYJNY	Emisja gazów cieplarnianych w gminnych budynkach użyteczności publicznej	Mg ekwiwalentu CO ₂ /rok	-	2018 2019 2020	6231 466 -
	Liczba zarejestrowanych samochodów elektrycznych w ogólnej liczbie zarejestrowanych samochodów w GMK napędzanych paliwami kopalnymi	Szt.	łącznie liczba sztuk samochodów osobowych, autobusów, ciężarowych i specjalnych z napędem elektrycznym lub wodorowym.	2019	90
ZRÓWNOWAŻONE, ZRÓŻNICOWANE I SPRZYJAJĄCE WŁĄCZENIU SPOŁECZNEMU BUDOWNICTO	Pył zawieszony PM10 – liczba przypadków powyżej progu alarmowego	%	-	2018 2019 2020	1,0238 0,814 -
	Powierzchnia wszystkich terenów zieleni w posiadaniu Krakowa	%	powierzchnia wszystkich terenów zieleni w posiadaniu Krakowa w odniesieniu do powierzchni GMK.	2018 2019 2020	11,15 11,25 -
ZRÓWNOWAŻONE, ZRÓŻNICOWANE I SPRZYJAJĄCE WŁĄCZENIU SPOŁECZNEMU BUDOWNICTO	Moc zamontowanych mikroinstalacji fotowoltaicznych w ramach dotacji z GMK w ogólnej mocy instalacji zamontowanych z dotacji	%	-	2020	71,88

Źródło: Plan działań gospodarki... 2021.

tegia dla Krakowa”, 2020. Dla wybranych wskaźników przedstawiono trend ich zmian, co było możliwe, jeśli wskaźnik był już monitorowany.

Podsumowanie

Duże znaczenie w pojęciu *circular economy* ma słowo „gospodarka”, które można zdefiniować jako system gospodarstw domowych, rolnych, przedsiębiorstw, instytucji publicznych i prywatnych zapewniający zaspokojenie potrzeb określonej populacji, współcześnie najczęściej regulowany przez państwo lub rynek. W świetle takiej definicji GOZ nabiera wymiaru gospodarki, czyli uwzględnia się równocześnie korzyści finansowe, gospodarcze i społeczne.

Kraków jako jedno z pierwszych dużych miast zdiagnozowało na swoim obszarze możliwości w zakresie realizacji GOZ. Pozwoliło to na opracowanie planu działań i wskaźników monitorujących na kolejne lata.

Literatura

- Cavaleiro de Ferreira, A. i Fuso-Nerini, F. 2019. A Framework for Implementing and Tracking Circular Economy in Cities: The Case of Porto. *Sustainability* 11, 1813.
- Circle Economy. Building Blocks for the New Strategy Amsterdam Circular 2020–2025; Circle Economy: Amsterdam, The Netherlands, 2019.
- Circle Economy. Circular Prague; Circle Economy: Amsterdam, The Netherlands, 2019.
- Circular Cities Hub. <http://circularcitieshub.com/>.
- Chertow, M.R. 2000. Industrial symbiosis: Literature and taxonomy. *Annu. Rev. Energy Environ.* 25, s. 313–337.
- Circular Cities Program: Polska, Kraków; „Cyrkularna Strategia dla Krakowa” Circular Cities, INNOVO, Metabolic Institute, 2020. <http://circularhotspot.pl/pl/miasta-i-regiony/445>.
- COM (2018). Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów w sprawie monitorowania gospodarki o obiegu zamkniętym, COM (2018) 29 final, Strasburg, dnia 16.1.2018 r. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0029&from=EN>.
- Sztaba, S. red. i Adamska, A. 2007. *Ekonomia od A do Z*. Warszawa: Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne.
- Ellen MacArthur Foundation 2016. The New Plastics Economy. Rethinking the future of plastics, www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/EllenMacArthurFoundation_TheNewPlasticsEconomy_15-3-16.pdf.
- Eurostat–Statistics Explained. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Urban_Europe_-_statistics_on_cities_towns_and_suburbs_-_executive_summary.
- Fusco Girard i in. 2014 – Fusco Girard, L., De Rosa, F. i Nocca, F. 2014. Verso il piano strategico di una città storica: Viterbo. *BDC Bollettino del Centro Calza Bini* 14, s. 11–38.
- Fusco Girard, L. i Nocca, F. 2017. From linear to circular tourism. *Aestimum* 70.
- Fusco Girard, L. i Nocca, F. 2019. Moving Towards the Circular Economy/City Model: Which Tools for Operationalizing This Model? *Sustainability* 11, 6253–44 of 48.
- Geng i in. 2010 – Geng, Y., Fujita, T. i Chen, X. 2010. Evaluation of innovative municipal solid waste management through urban symbiosis: a case study of Kawasaki. *J. Clean. Prod.* 18, s. 993–1000.
- Gravagnuolo i in. 2019 – Gravagnuolo, A., Angrisano, M. i Fusco Girard, L. 2019. Circular Economy Strategies in Eight Historic Port Cities: Criteria and Indicators Towards a Circular City Assessment Framework. *Sustainability* 11, 3512.

<https://gozwpraktyce.pl/modele-biznesowe/>.

<https://innowo.org/pl/CircularCities>.

Jastrzębska, E. 2017. Gospodarka o obiegu zamkniętym – nowa idea czy stare podejście? Dobre praktyki społecznie odpowiedzialnych przedsiębiorstw. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 491.

Kirchherr i in. 2017 – Kirchherr, J., Reike, D. i Hekkert, M. 2017. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resour. Conserv. Recycl.* 127.

Kulczycka, J. red. 2020. Wskaźniki monitorowania gospodarki o obiegu zamkniętym. Kraków: IGSMiE.

Marin, J. i De Meulder, B. 2018. Interpreting Circularity. *Circular City Representations Concealing Transition Drivers*. *Sustainability* 10, 1310.

Nocca, F. i Fusco Girard, L. 2017. Towards an integrated evaluation approach for cultural urban landscape conservation/regeneration. *Region 5*.

Nocca, F. 2017. The role of cultural heritage in sustainable development: multidimensional indicators as decision-making tool. *Sustainability* 9, 1882.

Plan działań gospodarki o obiegu zamkniętym dla miasta Krakowa z perspektywą do 2030 r., Kraków 2021.

Preston, F. 2012. *A Global Redesign? Shaping the Circular Economy*; Chatham House: London, UK.

Van Berkel i in. 2009 – Van Berkel, R., Fujita, T., Hashimoto, S. i Geng, Y. 2009. Industrial and urban symbiosis in Japan: Analysis of the eco-town. *J. Environ. Manag.* 90, s. 1544–1556.

Williams, J. 2019. Circular Cities: Challenges to Implementing Looping Actions. *Sustainability* 11, 423.

REALIZACJA METABOLIZMU MIASTA KRAKOWA W RAMACH GOSPODAROWANIA ODPADAMI KOMUNALNYMI I ENERGIĄ Z NICH ODZYSKANĄ

Agnieszka GENEROWICZ

Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki,
Katedra Technologii Środowiskowych, Kraków

Monika CHMIELEWSKA

Aneta DOROSZ

Henryk KULTYS

Marek KABACIŃSKI

Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania MPO Sp. z o.o., Kraków

Wprowadzenie

Rozwijająca się obecnie filozofia GOZ to przede wszystkim przebudowa systemu myślenia i restrukturyzacja istniejących rozwiązań, systemów, technik i technologii, które pozwolą na wspieranie oraz rozwój ekosystemów, stosowanie metod maksymalizacji efektywnego wykorzystania zasobów, rozwój technologii recyklingu oraz minimalizację wielkości emisji i wytwarzanych odpadów. Takie zmiany powinny stymulować transformację gospodarki w kierunku nieograniczonego wydłużania czasu życia zasobów i ich wartości użytkowych oraz promować obiegi współpracy/symbiozy między różnymi podmiotami. Program Narodów Zjednoczonych ds. Środowiska (UNEP) w 2016 r. uznał rolę GOZ jako narzędzie w osiągnięciu zrównoważonego rozwoju (Acerbi i Taisch 2020; Ellen MacArthur Foundation 2015; Kulczycka red. 2020; Potting i in. 2017; Preston 2012). Komisja Europejska przyjęła pakiet mający wspierać transformację gospodarki Unii Europejskiej (UE) na GOZ, w tym wnioski ustawodawcze ułatwiające to. Zgodnie z definicją Fundacji Ellen MacArthur GOZ bazuje na trzech zasadach:

- 1) ochronie i wzmacnianiu kapitału naturalnego;
- 2) optymalizacji zasobów dzięki cyrkulacji produktów, komponentów i materiałów;
- 3) wspieraniu efektywności systemu przez diagnozowanie i definiowanie negatywnych efektów zewnętrznych (Ellen MacArthur Foundation 2015; Fusco Girard i Nocca 2019).

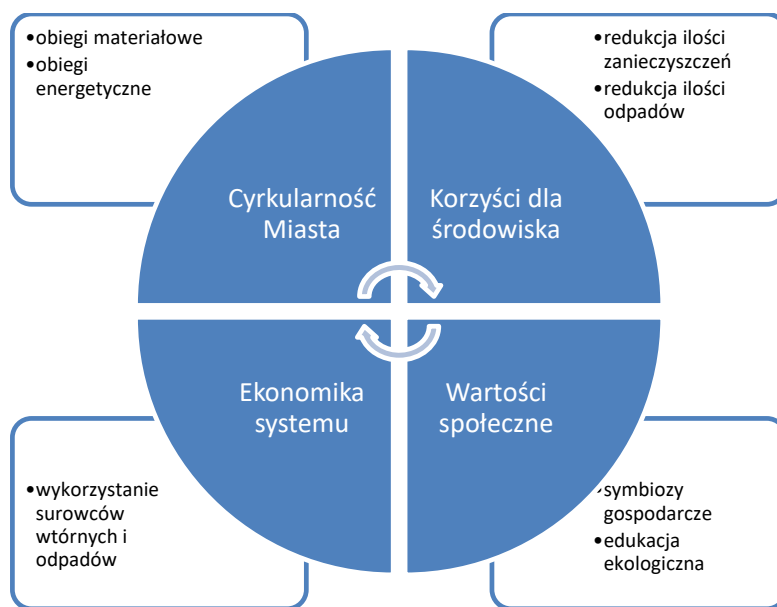
GOZ powinna pozwolić na osiągnięcie korzyści w postaci: redukcji kosztów materiałów, energii i emisji oraz racjonalnego i efektywnego wykorzystania zasobów, korzystania z energii odnawialnej, recyklingu i wykorzystania odpadów. W związku z powyższym pojawiło się nawet pojęcie cyrkulacyjnego miasta (Prendeville i Bocken 2017; Sukhdev i in. 2018; U.S. Environmental Protection Agency 2000; Van Berkel i in. 2009; Williams 2019), w którym strumieniem zasobów: ludzkich, materiałowych, energetycznych, odpadów/surowców są podstawą jego metabolizmu i jego rozwoju w nim gospodarki (Gravagnuolo 2019; <http://circularhotspot.pl/pl/gospodarka-obiegu-zamknietego>; https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pl). Takie podejście cyrkularne sprawia, że miasta są niezależne, bogate i odporne.

Jednym z zasadniczych elementów strumienia materiałowego w GOZ jest system gospodarki odpadami, którym prawidłowe zarządzanie spowoduje wybór właściwych kierunków działania. Według Pires (Pires i in. 2011) kraje południowej części Unii Europejskiej (UE) muszą opracować środki dla wdrożenia bardziej zintegrowanego zarządzania odpadami stałymi. Kraje Europy Środkowej potrzebują modeli i narzędzi, za pomocą których zracjonalizują swoje wybory technologiczne i strategie zarządzania. Uwzględnienie modeli i narzędzi do analizy systemów w sposób synergiczny pozwoli opracować lepsze strategie gospodarowania odpadami stałymi, wskazać kierunki transformacji z gospodarki linearnej na cyrkularną i wymierne wskaźniki dla oceny tych działań. Jedną z koncepcji jest m. in. *zero waste* – holistyczna koncepcja gospodarki odpadami, w której są one zasobami, wytwarzanymi w pośredniej fazie procesu zużycia materiałów. Zmierzenie wyników i postępów w zarządzaniu zerową ilością odpadów, wymaga posiadania pewnych wskaźników, które wskazują różne systemy gospodarki odpadami i przewidują skuteczne scenariusze ich rozwoju (Ellen MacArthur Foundation 2015; Magrini i in. 2020; Munaro i in. 2020; Pires i in. 2011; Prendeville i Bocken 2017).

Możliwości oraz korzyści z realizacji GOZ w Krakowie, uwzględniające przede wszystkim gospodarowanie odpadami komunalnymi, przedstawiono na rysunku 1.

1. System gospodarki odpadami w Krakowie jako model realizacji GOZ w mieście i aglomeracji

W Krakowie, w ramach systemowych rozwiązań gospodarki odpadami, odbiera się je od mieszkańców jako odpady z selektywnej zbiórki i jako odpady zmieszane. W 2019 r. zebrano odpadów zmieszanych na poziomie 59% ich ogółu (217 607,11 Mg). W 2020 r. ich ilość zmniejszyła się do 53%, pomimo spadku odebranych odpadów w wyniku sytuacji pandemicznej w kraju. Jest to wyraźna tendencja ograniczania frakcji niesegregowanej w strumieniu odpadów odbieranych od mieszkańców. Natomiast w 2019 r. ilość odpadów zbieranych selektywnie „u źródła” to 149 415,19 Mg, czyli 41% wszystkich odpadów zgromadzonych w mieście. W 2020 r. wskaźnik ten wzrósł do prawie 47%, co świadczy o utrwalaniu się zmian w zwyczajach mieszkańców odnośnie do postępowania z odpadami. Szczegółową ilość odpadów zgromadzonych w Krakowie w 2019 i 2020 r. przedstawiono w tabeli 1.



Rys. 1. Wielkopłaszczyznowe korzyści wynikające z wprowadzenia GOZ w gospodarce odpadami w Krakowie

Tabela 1. Ilości odpadów zgromadzonych w Krakowie w latach 2019 i 2020

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość odpadów [Mg]	
		2019	2020
I	Niesegregowane (zmieszane) odpady komunalne	217 607,11	183 947,93
II	Odpady selektywnie zbierane, w tym:	149 415,19	162 371,98
1	Selektywnie zbierane odpady komunalne (odpady z grupy 15, 20)	68 139,38	67 175,91
2	Selektywnie zbierane odpady wielkogabarytowe	22 048,69	25 224,89
3	Selektywnie zbierane odpady zielone	42 341,91	47 673,85
4	Selektywnie zbierane odpady kuchenne biodegradowlane	13 369,67	18 759,40
5	Gruz	3 515,54	3 537,93
	Razem	367 022,30	346 319,91

Źródło: Dane Miejskiego Przedsiębiorstwa Oczyszczania Sp. z o.o. w Krakowie.

Spadek ilości zebranych od mieszkańców gminy miejskiej Kraków odpadów jest wynikiem wielu ograniczeń w funkcjonowaniu gospodarstw domowych i działalności gospodarczej. Odpady niesegregowane są kierowane do instalacji odzysku i przekazania do recyklingu frakcji surowcowej, nadającej się do wykorzystania. Frakcja nienadająca się do przetwarzania kierowana jest do Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów w Krakowie. W tabeli 2 przedstawiono ilości odpadów kierowanych do poszczególnych instalacji.

Tabela 2. Ilości niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych w 2019 i 2020 r. przekazane do przetworzenia w instalacjach

Lp.	Nazwa instalacji	Ilość odpadów [Mg]			
		2019	udział [%]	2020	udział [%]
1	Instalacje przetwarzania odpadów na terenie Gminy Miejskiej Kraków	217 324,67	99,87	183 690,93	99,86
2	Instalacje przetwarzania odpadów poza terenem Gminy Miejskiej Kraków	282,44	0,13	257,00	0,14
Razem		217 607,11	100,00	183 947,93	100,00

Źródło: Dane Miejskiego Przedsiębiorstwa Oczyszczania Sp. z o.o. w Krakowie

Selektywnie zbierane odpady komunalne przekazywane są do instalacji ich przetwarzania. Są to:

- odpady z grupy 15, 20 – kierowane do Sortowni Odpadów Selektywnie Zbieranych oraz do Instalacji mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych Barycz.
- selektywnie zebrane odpady wielkogabarytowe, w tym; zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny poddawane są procesom odzysku w Zakładzie Odpadów Wielkogabarytowych poprzez rozdrobnienie i przetworzenie ich w paliwo alternatywne wykorzystywane energetycznie w cementowniach do produkcji cementu lub w Zakładzie Termicznego Przekształcania Odpadów w Krakowie, natomiast zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny poddawany jest procesom demontażu w zakładzie Miejskiego Przedsiębiorstwa Oczyszczania Spółka z o.o w Krakowie lub w zakładach zewnętrznych do tego przeznaczonych i posiadających wymagane prawem pozwolenia,
- selektywnie zbierane odpady zielone poddawane procesowi recyklingu organicznego w kompostowni odpadów Barycz oraz wykorzystywane do rekultywacji i nawożenia terenów zielonych,
- selektywnie zbierane odpady kuchenne biodegradowalne (o kodzie 20 01 08) gromadzone selektywnie w gospodarstwach domowych lub u innych wytwórców odpadów komunalnych oraz w obiektach gastronomii, hotelach i placówkach handlowych, przedszkolach, żłobkach, szkołach, placówkach opiekuńczych, zakładach (placówkach) żywienia zbiorowego, a następnie przetwarzane w instalacjach nie należących do gminy miejskiej Kraków,
- odpady budowlane i z rozbiórek zebrane selektywnie przekazywane są do recyklingu w procesach przetwarzania i wykorzystania, a następnie zużywane do budowy dróg i placów technologicznych.

2. Zdefiniowanie metabolizmu miasta Krakowa w oparciu o przepływy odpadów i energii

Metabolizm miejski może być rozpatrywany jako (Rudewicz 2019):

- anabolicyzny,
- katabolicyzny.

O anabolizmie można mówić, gdy z wyodrębnionych części oraz systemów prostszych budowane są systemy bardziej złożone. „Katabolizm z kolei to redukcja, rozpad, uwalnianie do otoczenia produktów rozpadu – różnego rodzaju zanieczyszczeń, odpadów i energii. Miasto samo nie może rozłożyć wytwarzanych w nim zanieczyszczeń, ze względu na nadmiar producentów, a niedobór tzw. reducentów”. Gospodarka odpadami komunalnymi to jeden z podstawowych elementów metabolizmu miasta, pozwalający na zamknięty obieg odpadów i surowców. Metabolizm miasta to skoordynowana struktura wzajemnie powiązanych strumieni masy i energii oraz funkcjonalnych elementów technicznych (technologii) współpracujących w realizacji GOZ (Rudewicz 2019).

Oceny metabolizmu miasta dokonano, wykorzystując analizę strategiczną SWOT możliwości realizacji GOZ w systemie gospodarki odpadami komunalnymi (tab. 3). Pozwala ona bowiem analizować i rozpoznać silne i słabe strony (*Strengths, Weaknesses*), a także istniejące i potencjalne szanse oraz zagrożenia (*Opportunities, Threats*) pochodzące z otoczenia zewnętrznego.

Tabela 3. Analiza SWOT możliwości przetwarzania odpadów komunalnych dla realizacji cyrkularności Krakowa

Ocena systemu gospodarki odpadami komunalnymi w Krakowie w aspekcie możliwości realizacji GOZ	
Mocne strony (S)	Słabe strony (W)
<ul style="list-style-type: none"> – Nowoczesne, sprawdzone technologicznie instalacje z zakresu inżynierii środowiska, utrzymywane zgodnie z zachowaniem wszelkich standardów środowiskowych. – Bogate doświadczenia Spółek Miejskich zarządzających głównymi procesami komunalnymi (zbiórka, odzysk i unieszkodliwianie odpadów, dostawa wody i odprowadzanie ścieków, dostawa ciepła). – Spółki Miejskie zarządzane przez Gminę (100% udział własny), zapewniają niezależność ekonomiczną „metabolizmu miasta”. – Integracja działań Spółek Miejskich, opracowywanie wspólnych strategii, możliwości powiązania wielu obszarów i interdyscyplinarność. – Wysoki poziom samowystarczalności w zakresie prowadzenia technologii inżynierii miejskiej i ochrony środowiska (wysokie standardy, odzysku, recyklingu, prowadzenia procesów termicznych, jakości wody, standardów emisyjnych, składowania odpadów). – Nowoczesny, sprawdzony i wciąż rozbudowywany system gospodarki odpadami. 	<ul style="list-style-type: none"> – Skomplikowane procedury pozyskiwania środków na dofinansowanie inwestycji ekologicznych w skali jednostki prywatnej i firm. – Zbyt mała ilość punktów ponownego użycia i napraw. – Potrzeba nowych instalacji do recyklingu odpadów, pozwalających na zwiększenie poziomów recyklingu i niezależność miasta w tym zakresie. – Współpraca z przedsiębiorcami, dla których GOZ nie jest priorytetem. – Zbyt mała ilość miejskich programów sharingowych.

Mocne strony (S)	Słabe strony (W)
<ul style="list-style-type: none"> – Rozwój systemu segregacji odpadów “u źródła”, zbiórka indywidualna zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego, zużytych tekstyliów, choinek, odpadów zielonych, odpadów budowlanych. – Rozbudowywany system utrzymania czystości w Krakowie, oparty o najwyższe standardy ochrony środowiska. – Jasno zdefiniowane i określone wskaźniki wejściowe i wyjściowe (ilość odpadów komunalnych wytwarzanych, przetwarzanych, ilości zużywanej wody, energii itp.), co pozwala na zdefiniowanie obiegów cyrkularnych miasta. – Monitorowanie przepływu zasobów na poziomie miasta. – Bogata oferta edukacyjna w zakresie ekologii. – Możliwość uczestnictwa i partycypacji mieszkańców w procesach inwestycyjnych. – Dialog z zarządcami nieruchomości w zakresie możliwości realizacji GOZ. – Współpraca ze środowiskiem naukowym. – Realizacja działań w obszarze komunalnym na terenie gminy z poszanowaniem zieleni (nowoczesne techniki oczyszczania miasta). 	
Szanse (O)	Zagrożenia (T)
<ul style="list-style-type: none"> – Kraków – miasto z historycznym dziedzictwem i ugruntowaną pozycją w regionie, w kraju i na świecie, wysoka atrakcyjność krajobrazowa, historyczna i przyrodnicza. – Tworzenie symbioz międzysektorowych oraz zamykanie obiegów miejskich; inwestycje w instalacje pozwalające na rozwój GOZ. – Narzędzia pozwalające obliczyć wymierne efekty GOZ. – Rozwój technologii SMART pozwalający na definiowanie, identyfikowanie i monitorowanie GOZ, obiegów metabolicznych i potencjalnych strumieni materiałów/surowców, energii i informacji; rozwiązania z zakresu inteligentnego miasta. – Funkcjonowanie systemu bazy danych o produktach i opakowaniach oraz o gospodarce odpadami (BDO). – Zwiększenie kontroli co do prawidłowości segregacji odpadów komunalnych i sankcji. – Możliwość wykorzystania kompostu z odpadów zielonych na terenach miejskich. – Rozwijanie światowego trendu <i>urban mining</i>. – Budowanie systemów sharingu oraz zmiana stylu konsumpcji z zakupu na usługę (żywność, rowery, samochody). – Możliwości budowania instytucji publicznych i jednostek edukacyjnych <i>zero waste</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> – Położenie geograficzne wpływające negatywnie na jakość środowiska, zwłaszcza powietrza atmosferycznego. – Zmiany klimatu i nasilające się ekstremalne zjawiska pogodowe, podatność miasta na niekorzystne skutki zmian klimatu (nawalne deszcze, gwałtowne wiatry, burze, susze, fale upałów, fale zimna, miejskie wyspy ciepła, zaburzenia cyrkulacji powietrza w mieście). – Rozwój miasta i regionu, mogący wpływać na wzrost emisji i ilości zagrożeń. – Duża liczba turystów i mieszkańców o pobycie czasowym mają wpływ na zmienne koszty i nieprzewidywalne emisje. – rodzinną. – Brak szacunku i dbałości dla produktów i ich nieprawidłowe użytkowanie; wzrost konsumpcji. – Brak spójnego systemu wykorzystania materiałów wielokrotnego użycia. – Niski poziom zaufania społecznego i świadomości w zakresie GOZ. – Brak programów zachęt dla developerów i przedsiębiorców w zakresie stosowania praktyk GOZ. – Zmienność przepisów dotyczących realizacji polityki gospodarki odpadami.

Szanse (O)	Zagrożenia (T)
<ul style="list-style-type: none"> – Promowanie redukcji ilości odpadów budowlanych, poprzez zdefiniowanie budownictwa zrównoważonego. – Zwiększająca się presja na działania związane z ochroną środowiska oraz działania zapobiegające zmianom klimatu. 	

3. Działania realizujące przejście od gospodarki linearnej do cyrkularnej i wymierne wskaźniki mierzące poziom ich realizacji

Dla realizacji strategii GOZ konieczne jest określenie zadań dotyczących najszczelniejszego zamknięcie systemu GOZ. Krakowski system gospodarki odpadami cechuje znaczne zaawansowanie, dlatego dla wzmocnienia cyrkularności i poprawy metabolizmu należałoby dotychczasową działalność uzupełnić przez (Plan działań gospodarki 2021):

1. Monitorowanie działań GOZ, które pozwoli na:

- a) zbilansowanie wszelkich strumieni masy i energii wytwarzanych na poziomie GMK i identyfikację lokalnych łańcuchów wartości, w tym: masy surowców naturalnych, odpadowych (odpadów komunalnych, przemysłowych, spożywczych, biomasy, budowlanych, użytkowych), energii wytwarzanej z surowców naturalnych i odnawialnych;
- b) wskazanie potencjalnych możliwości zamykania obiegów;
- c) wskazanie możliwości tworzenia symbioz i synergii w spółkach miejskich, jednostkach GMK i innych;
- d) monitorowanie w skali roku zmian zachodzących w metabolizmie miasta z wykorzystaniem opracowanych wskaźników;
- e) wskazanie obszarów ryzyka w systemie w celu ich niwelacji.

2. Rozbudowę systemu odzysku i recyklingu surowców z odpadów i ścieków komunalnych

Korzystając z obszernego bilansu odpadów komunalnych konieczne jest opracowanie systemu recyklingu opartego na:

- a) rozbudowie systemu przetwarzania niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych odebranych od mieszkańców;
- b) budowie systemu recyklingu surowców odzyskanych z odpadów komunalnych zbieranych selektywnie lub w sposób zmieszany;
- c) wdrożeniu działania sieci punktów ponownego użycia i napraw na terenie GMK (D1);
- d) wykorzystaniu potencjału energii z odpadów;
- e) ponownym wykorzystaniu wody z odnowy i deszczowej do celów technologicznych;
- f) zbilansowaniu ilości odpadów żywnościowych, pochodzenia komunalnego i rolniczego na potrzeby budowy biogazowni miejskiej;

g) zwiększeniu liczby punktów odbioru odpadów od mieszkańców, w tym tzw. mobilne punkty.

3. Działania na rzecz ponownego wykorzystania i oszczędności wody:

a) promowanie działań małej i mikro-retencji, przez dbanie o zieleni na terenach instalacji gospodarki odpadami;

b) promocja wykorzystania wód opadowych do celów technologicznych.

4. Edukację w zakresie wdrażania GOZ poprzez:

a) szkolenia i programy edukacyjne *zero waste*;

b) wdrażanie i promocję dobrych praktyk GOZ.

Monitorowanie i ocena poziomu wdrażania GOZ powinna być kontrolowana i monitorowana z wykorzystaniem mierzalnych wskaźników. Ich propozycje zamieszczono w tabeli 4.

Podsumowanie

Aby cały system gospodarowania odpadami w Gminie Miejskiej Kraków miał zamknięty obieg, który chroni zasoby potrzebne do wytwarzania dóbr, wykorzystuje w najlepszy możliwy sposób odzyskane odpady i jednocześnie w minimalnym stopniu wpływa na otoczenie, niezbędne są działania na poziomie strategicznym, analitycznym oraz operacyjnym. Kluczowe dla powodzenia tego przedsięwzięcia jest współdziałanie przedstawicieli miasta, innych jednostek mających wpływ na realizację GOZ oraz samych mieszkańców.

Niezbędnym, pierwszym zadaniem do wykonania w celu wprowadzenia do funkcjonowania GOZ w gminie Kraków w pełnym zamkniętym cyklu jest analiza metabolizmu miasta oraz możliwych kierunków rozwoju systemu gospodarki odpadami, działającego jako „koło zamachowe”. Pełna analiza będzie punktem wyjścia do zaprojektowania działań operacyjnych, które przyniosą w zakładanym czasie płynne działanie *circular economy* dla całej gminy.

Tabela 4. Wskaźniki do pomiaru poziomu realizacji GOZ w aspekcie realizacji gospodarki odpadami komunalnymi

Nazwa wskaźnika	Jednostka	Opis wskaźnika /cel/ wymagany	Rok bazowy/ lata bazowe	Wartość bazowa w latach/roku bazowym	Wartość docelowa (2030) lub trend
Odstek odpadów komunalnych trafiających na składowisko	%	ilość odpadów komunalnych deponowanych na składowisku odpadów „Barycz” w odniesieniu do ilości odpadów komunalnych wytworzonych w skali roku.	2018 2019 2020	3,61% 3,38% 2,61%	spadek
Recykling i przygotowanie do ponownego użycia odpadów: papier, metal, tworzywa sztuczne, szkło	%	uzyskany poziom recyklingu i przygotowania do ponownego użycia odpadów: papier, metal, tworzywa sztuczne, szkło w skali roku w wyniku przetwarzania odpadów komunalnych.	2018 2019 2020	42,00 55,95 69,49	wzrost
Recykling i przygotowanie do ponownego użycia i odzysku odpadów budowlanych i z rozbiórek	%	uzyskany poziom recyklingu i przygotowania do ponownego użycia odpadów: budowlanych i z rozbiórekpocho-dzenia komunalnego w skali roku.	2018 2019 2020	100 100 99,63	stała
Ilość odpadów komunalnych kierowanych do spalania w ogólnej ich masie	%	ilość odpadów komunalnych kierowanych do procesu termicznego przekształcania w odniesieniu do ich ilości wytworzonych rocznie w Gminie Miejskiej Kraków.	2018 2019 2020	59,78 56,89 61,34	stała
Wskaźnik nagromadzenia odpadów komunalnych przypadający na 1 mieszkańca	kg/Mk/rok	nagromadzenie odpadów komunalnych w odniesieniu do mieszkańca rocznie.	2018 2019 2020	474 499 471	wzrost
Ilość odpadów komunalnych selektywnie zebranych przez mieszkańców Gminy Miejskiej Kraków	%	udział % odpadów komunalnych selektywnie zebranych w ogólnej masie odpadów komunalnych odebranych od mieszkańców Gminy Miejskiej Kraków.	2018 2019 2020	21,71 21,10 21,85	wzrost
Ilość odpadów kuchennych wytworzonych w Gminie Miejskiej Kraków	Mg/rok	–	2018	22930	wzrost
Ilość wody deszczowej lub „szarej” wykorzystywanej do mycia ulic	m ³	ilość wody wykorzystywanej w obiegu zamkniętym do mycia ulic.	2018 2019 2020	–	wzrost

Literatura

- Acerbi, F. i Taisch, M. 2020. A literature review on circular economy adoption in the manufacturing sector. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 283, art. No. 123086.
- Ellen MacArthur Foundation. *Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe*; Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK, 2015.
- Fusco Girard L. i Nocca, F. 2019. Moving Towards the Circular Economy/City Model: Which Tools for Operationalizing This Model? *Sustainability* 11, 6253 45 of 48.
- Gravagnuolo i in. 2019 – Gravagnuolo, A., Angrisano, M. i Fusco Girard, L. 2019. Circular Economy Strategies in Eight Historic Port Cities: Criteria and Indicators Towards a Circular City Assessment Framework. *Sustainability* 11, 3512.
- <http://circularhotspot.pl/pl/gospodarka-obiegu-zamknietego>.
- https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pl.
- Kulczycka, J. red. 2020. Wskaźniki monitorowania gospodarki o obiegu zamkniętym, IGSMiE, Kraków.
- LWARB. *London's Circular Economy Route Map-Circular London*; LWARB: London, UK, 2017.
- Magrini i in. 2020 – Magrini, C., D'Addato, F. i Bonoli, A. 2020. Municipal solid waste prevention: A review of market-based instruments in six European Union countries. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy* 38, 3(22).
- Munaro i in. 2020 – Munaro, M.R., Tavares, S.F. i Bragança, L. 2020. Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment. *Journal of Cleaner Production* 260.
- Pires i in. 2011 – Pires, A., Martinho, G. i Chang, N.B. 2011. Solid waste management in European countries: a review of systems analysis techniques. *Journal of Environmental Management* 92(4), s. 1033–1050.
- Plan działań gospodarki o obiegu zamkniętym dla miasta Krakowa, 2021.
- Potting i in. 2017 – Potting, J., Nierhoff, N., Montevecchi, F., Antikainen, R., Colgan, S., Hauser, A., Günther, J., Wuttke, J., Jørgensen, K.B. i Hanemaaijer, A. 2017. Input to the European Commission from European EPAs about Monitoring Progress of the Transition Towards a Circular Economy in the European Union; PBL Netherlands Environmental Assessment Agency: Amsterdam, The Netherlands.
- Prendeville, S. i Bocken, N. 2017. Circular Cities: Mapping Six Cities in Transition. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 7, 26, s. 171–194.
- Preston, F. 2012. *A Global Redesign? Shaping the Circular Economy*. Chatham House: London, UK.
- Rudewicz, J. 2019. Metabolizm i energia w mieście. *Przegląd Uniwersytecki* 4–6.
- Sukhdev i in. 2018 – Sukhdev, A., Vol, J., Brandt, K. i Yeoman, R. 2018. *Cities in the Circular Economy: The Role of Digital Technology*. Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK.
- U.S. Environmental Protection Agency, "Municipal Solid Waste Generation, Recycling and Disposal in the United States: Facts and Figures for 1998", EPA 530-F-0-024, 2000.
- Van Berkel i in. 2009 – Van Berkel, R., Fujita, T., Hashimoto, S. i Geng, Y. 2009. Industrial and urban symbiosis in Japan: Analysis of the eco-town. *Journal of Environmental Management* 90, s. 1544–1556.
- Williams, J. 2019. Circular Cities: Challenges to Implementing Looping Actions. *Sustainability* 11, 423.

STRATEGIA GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM DLA KRAKOWSKIEGO HOLDINGU KOMUNALNEGO SA JAKO ELEMENT REALIZACJI CYRKULARNOŚCI MIASTA

Agnieszka GENEROWICZ

Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki,
Katedra Technologii Środowiskowych, Kraków

Tadeusz TRZMIEL

Janusz MAZUR

Radosław JĘDRUSIAK

Witold ŚMIAŁEK

Grzegorz OSTRZOŁEK

Krakowski Holding Komunalny SA, Kraków

Joanna KULCZYCKA

Institut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

Wprowadzenie

Narastające zmiany klimatyczne i zagrożenia z nimi związane, wskazują jasno, że model linearny gospodarki wymaga transformacji. Gospodarkę bazującą na konsumpcji należy zastąpić modelem opartym na odnawianiu zasobów, a to wiąże się z wprowadzeniem zmian systemowych i globalnych. Zmiana myślenia od linearnego do cyrkularnego wymaga pełnej oceny cyklu życia produktów, technologii i systemów, nowych opracowań legislacyjnych, ekonomicznych i społecznych (Acerbi i Taisch 2020; Agenda 2030...; Akanbi i in. 2018; Amenta i in. 2019). Dlatego niezbędne są długoterminowe i interdyscyplinarne działania. Opublikowane w raporcie Organizacji Circle Economy pt. *The Circularity Gap Report*, wskazują, że globalna gospodarka jako cyrkularna funkcjonuje tylko w 9,1%, czyli aż 90,9% materiałów, surowców i odpadów jest marnowane i tworzy znacznych rozmiarów cyrkularną lukę (*circular gap*) (<http://circularhotspot.pl/pl/gospodarka-obiegu-zamknietego>; https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pl; Kirchherr i in. 2017). Dodatkowo narastająca konsumpcja, emisje, degradacja środowiska oraz jego

nieodwracalne zmiany, a także wyczerpywanie zasobów naturalnych spowodowały konieczność poszukiwania nowych trendów i rozwiązań. Dla sprostania tym wyzwaniom, kraje Europy potrzebują nowej strategii służącej przekształceniu gospodarki w nowoczesną, zasobooszczędną i konkurencyjną, która (Baldassarre i in. 2019; Circle Economy 2019; Ellen MacArthur Foundation 2015; Fusco Girard i Nocca 2019; <http://circularhotspot.pl/pl/gospodarka-obiegu-zamknietego>; https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pl):

- w 2050 r. osiągnie zerowy poziom emisji gazów cieplarnianych netto,
- pozwoli na oddzielenie wzrostu gospodarczego od zużywania zasobów,
- zapewni równość szans rozwoju wszystkim ludziom i regionom.

Europejski Zielony Ład (*The European Green Deal*) prezentuje plan działań umożliwiający:

- bardziej efektywne wykorzystanie zasobów dzięki przejściu na niezakłóconą gospodarkę cyrkulacyjną,
- przeciwdziałanie zmniejszeniu różnorodności biologicznej i wielkości zanieczyszczeń.

GOZ, zgodnie z definicją Fundacji Ellen MacArthur, zapewnia różnorodne mechanizmy tworzenia wartości i bazuje na trzech zasadach:

- ochronie i wzmacnianiu kapitału naturalnego;
- optymalizacji zasobów przez cyrkulację produktów, komponentów i materiałów;
- wspieranie efektywności systemu przez diagnozowanie i definiowanie negatywnych efektów zewnętrznych.

GOZ, w ogólnej interpretacji, określa się często jako gospodarkę odpadami wraz z hierarchią postępowania z nimi (zapobieganie powstawaniu, przygotowywanie do ponownego użycia, recykling, inne sposoby odzysku, unieszkodliwienie). Można to osiągnąć dzięki przejściu z gospodarki sektorowej (np. odpadami) do kompleksowej (np. organizacji miasta/regionu/obszaru, systemu społecznego) i zarządzania mającego wpłynąć na poprawę produktywności środowiska miejskiego o odpowiedzialnej konsumpcji i produkcji (Ellen MacArthur Foundation 2015; Gravagnuolo i in. 2019; Munaro i in. 2020; Strategia Gospodarki... 2020; Strategia Rozwoju Krakowa...; Sukhdev i in. 2018; Williams 2019). Funkcjonowanie GOZ wymaga zastosowania wskaźników określających właściwy kierunek działań. Wskaźniki, ze względu na brak danych lub nieprzewidywalne konsekwencje, są często ogólne, nieefektywne lub jednowymiarowe (Acerbi i Taisch 2020; Agenda 2030...; Akanbi i in. 2018; Amenta i in. 2019; Baldassarre i in. 2019; Circle Economy 2019; Ellen MacArthur Foundation 2015; Fusco Girard i Nocca 2019; Gravagnuolo i in. 2019; <http://circularhotspot.pl/pl/gospodarka-obiegu-zamknietego>; https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pl; Kirchherr i in. 2017; Kulczycka red. 2020; Mapa drogowa... 2019; Magrini i in. 2020).

Uwzględniając powyższe, omówiono możliwości realizacji strategii GOZ w Krakowskim Holdingu Komunalnym SA (KHK SA) w Krakowie w perspektywie do 2030 r. oraz zaproponowano wskaźniki realizacji celów. Jej opracowanie wymagało:

- określenia stanu istniejącego dla zdefiniowania potencjalnych możliwości realizacji GOZ,
- przeprowadzenia oceny potencjału spółki dla realizacji zasad GOZ,
- ustalenia działań wspierających cele GOZ,
- wyznaczenia wskaźników monitorujących i mierzących realizację GOZ w horyzoncie czasowym do 2030 r.

KHK SA jest spółką wiodącą i jednocześnie 100% właścicielem akcji następujących przedsiębiorstw komunalnych wchodzących w skład grupy kapitałowej KHK SA (największej w Polsce tego typu instytucji samorządowej): Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej SA w Krakowie, Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego SA w Krakowie, Wodociągów Miasta Krakowa SA, Areny Kraków SA. KHK SA w Krakowie jest zatem przykładem modelowego rozwiązania współpracy w ramach grupy kapitałowej spółek miejskich zajmujących się gospodarką ciepłą i wodno-kanalizacyjną oraz transportem. Jest on też eksploatatorem dużej instalacji termicznego przekształcania odpadów.

Dla takiej struktury możliwe jest stopniowe, opracowanie modelu GOZ na poszczególnych szczeblach działania:

- wybranego przedsiębiorstwa,
- grupy kapitałowej,
- jednostki samorządu terytorialnego/miasta z uwzględnieniem strategii spółki/spółek z grupy kapitałowej oraz szeroko rozumianej struktury organizacyjnej GMK.

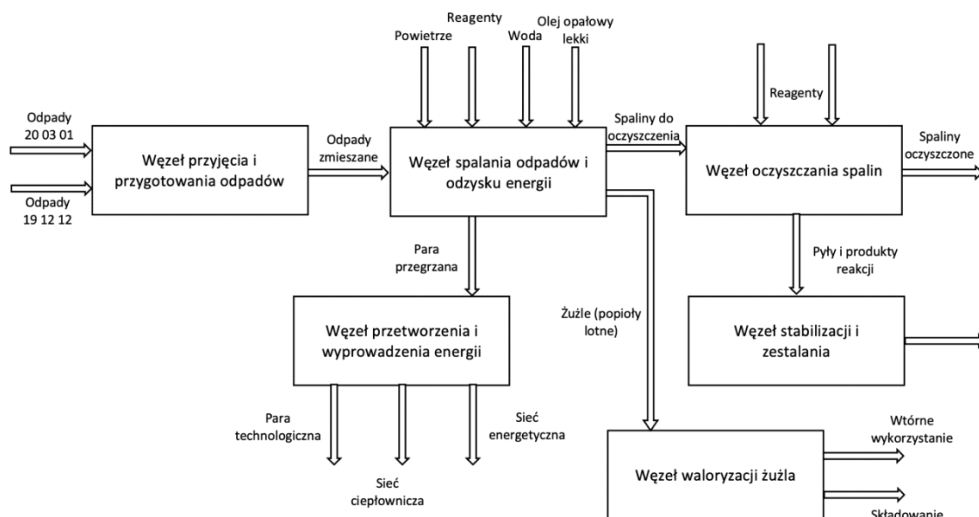
1. Działalność KHK SA w Krakowie – diagnoza możliwości realizacji GOZ

Diagnozę stanu obecnego (pod kątem wstępnej analizy stanu GOZ w spółce) wykonano uwzględniając:

1. Założenia istniejącego modelu biznesowego działania KHK SA.
2. Stan gospodarki zasobami ludzkimi, finansowymi, materialnymi i technologicznymi.
3. Zasady gospodarowania odpadami.
4. Możliwość wdrażania innowacji.
5. Planowane inwestycje.

KHK SA w Krakowie realizuje i nadzoruje technologicznie proces termicznego przekształcania odpadów komunalnych (Ekospalarnia lub Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów – ZTPO) w celu redukcji masy i szkodliwego charakteru strumienia odpadów komunalnych, po wcześniej przeprowadzonych procesach odzysku i recyklingu frakcji materiałowej oraz przygotowaniu ich do ostatecznego unieszkodliwienia. W ramach tego procesu wytwarzana jest energia, przetwarzana w procesie kogeneracji w energię ciepłą i elektryczną, częściowo wykorzystywaną na potrzeby własne, a resztę wyprowadza się do sieci, zaspokajając, w określonym zakresie, zapotrzebowanie jednostek gminnych (Strategia Gospodarki... 2020).

Proces termicznego przekształcania odpadów prowadzony w instalacji ZTPO przedstawiono na schemacie (rys. 1).



Rys. 1. Technologia termicznego przekształcania odpadów w Ekospalarni w Krakowie pozwalająca na zdefiniowanie przepływów materiałowych w instalacji (Strategia Gospodarki... 2020)

Gospodarka odpadami w instalacji ZTPO odbywa się w dwóch obszarach:

1. Zewnętrznym – obejmuje zgodnie z postanowieniami Pozwolenia Zintegrowanego przyjmowanie strumienia odpadów komunalnych i odpadów pochodzących z ich przetwarzania, a wytworzonych na terenie Gminy Miejskiej Kraków (GMK) oraz ich termiczne przekształcanie. Strumień odpadów kierowanych do instalacji termicznego przekształcania odpadów składa się głównie z: niesegregowanych odpadów komunalnych (kod odpadu: 20 03 01) oraz innych odpadów z mechanicznej obróbki odpadów innych niż wymienione w 19 12 11 (kod odpadu: 19 12 12) powstałych w wyniku procesów odzysku odpadów komunalnych.
2. Wewnętrznym – polegającym na waloryzacji żużla (odzyskiwanie metali żelaznych i nieżelaznych) i następnie procesom jego sezonowania.

Ilości wybranych grup odpadów i substratów wchodzących i wychodzących z procesu termicznego przekształcania rocznie przedstawiono w tabelach 1 i 2.

Tabela 1. Wybrane strumienie wchodzące do instalacji termicznego przekształcania odpadów w Krakowie

Lp.	Rodzaj substratu	Jednostka	2019 r.
1	Odpad o kodzie 19 12 12	Mg	110 652,96
2	Odpad o kodzie 20 03 01	Mg	108 916,25
3	Olej opałowy zużycie rzeczywiste	dm ³	195 082,00

Źródło: Strategia Gospodarki... 2020.

Tabela 2. Wybrane strumienie odpadów i produktów wychodzących z instalacji termicznego przekształcania odpadów w Krakowie

Lp.	Rodzaj produktu	Jednostka	2019 r.
1	Odpad o kodzie 19 01 02	Mg	182,68
2	Odpad o kodzie 19 01 07	Mg	6 051,78
3	Odpad o kodzie 19 01 12	Mg	4 7461,32
4	Odpad o kodzie 19 01 13	Mg	2 211,76
5	Odpad o kodzie 19 03 05	Mg	55,10
6	Odpad o kodzie 19 12 02	Mg	4 101,64
7	Odpad o kodzie 19 12 03	Mg	189,73
8	Ilość ścieków przemysłowych zrzucanych do sieci	m ³	2 335,90

Źródło: Strategia Gospodarki... 2020.

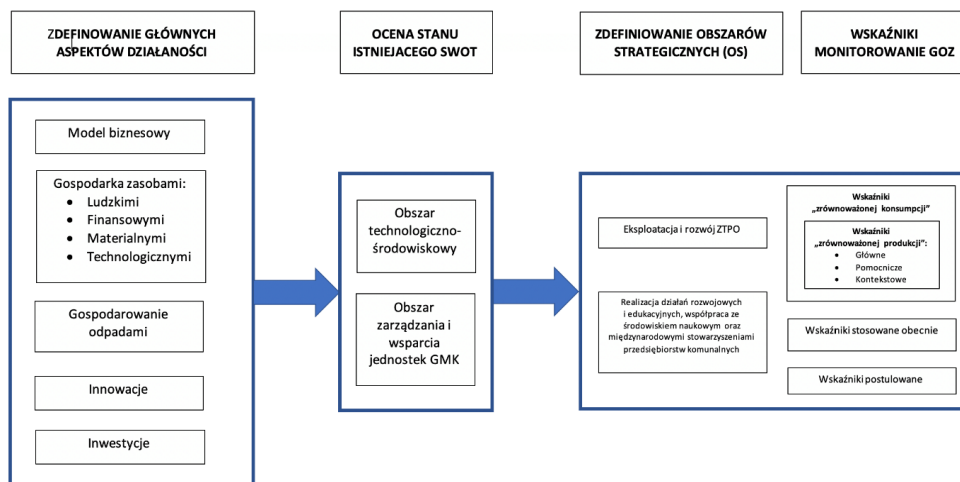
Odpady po spalaniu odbierane są obecnie przez wyspecjalizowanych odbiorców posiadających odpowiednie technologie i decyzje środowiskowe, wybranych w ramach przetargu, a bezpiecznie przetworzone przez nich odpady są poddawane kolejnym procesom odzysku recyklingu lub unieszkodliwiania.

2. Metodyka badawcza wdrażania GOZ w przedsiębiorstwie

Metodyka opracowywania strategii dla KHK SA musiała być prowadzona, ze względu na jej nowatorską tematykę i niewielką dotychczas ilość podobnych opracowań, na bazie bieżących danych eksploatacyjnych, ich wykorzystaniu i przetworzeniu, aby powstał pionierski dokument końcowy. Zaproponowano więc, aby dla zdefiniowania zakresu realizacji GOZ, przeanalizować w pierwszej kolejności podstawowe obszary dotychczasowej działalności, które były podstawą wdrażania polityki GOZ na poziomie przedsiębiorstwa. Ich zdefiniowanie pozwoliło na szczegółową ocenę strategiczną SWOT w obszarach:

- technologiczno-środowiskowym,
- zarządzania i wsparcia jednostek GMK.

Było to podstawą dla opracowania wskaźników mierzących realizację strategii GOZ w KHK SA w Krakowie. Zarys metodyki przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Metodyka badawcza wdrażania GOZ w KHK SA w Krakowie (Strategia Gospodarki... 2020)

3. Działania i wskaźniki mierzące realizację GOZ

Cel główny zdefiniowany w ramach opracowania strategii to:

„Dążenie do samowystarczalności energetycznej i zwiększanie skali gospodarowania surowcami odpadowymi i naturalnymi oraz energią w kierunku ich odzysku i recyklingu w obrębie łańcucha wartości produkcyjnych ZTPO, z **jednoczesną realizacją procesów edukacyjnych i promocyjnych idei GOZ**, oraz ograniczania presji na środowisko we współpracy z innymi jednostkami Gminy Miejskiej Kraków, środowiskiem naukowym i mieszkańcami Krakowa”.

W obszarach strategicznych zdefiniowano również zadania pozwalające na realizację idei GOZ (tab. 3).

Realizacja celu głównego Strategii mierzona jest na grupę wskaźników wewnętrznych („zrównoważonej produkcji”), dotyczących bezpośrednio działań spółki w ramach wdrażania zasad GOZ oraz grupę wskaźników zewnętrznych („zrównoważonej konsumpcji”), które odnoszą się jednocześnie do działań spółki oraz mają wpływ na realizację polityki GOZ w kontekstach lokalnym i regionalnym (np. mają wpływ na ograniczenia zastosowania paliw kopalnych czy stopień niezależności energetycznej GMK).

Dla realizacji GOZ, ze względu na specyfikę działalności Spółki KHK S.A., jako elementu struktury miejskiej i aglomeracji, zaproponowano przyjąć jednocześnie wskaźniki w obszarach (rys. 3):

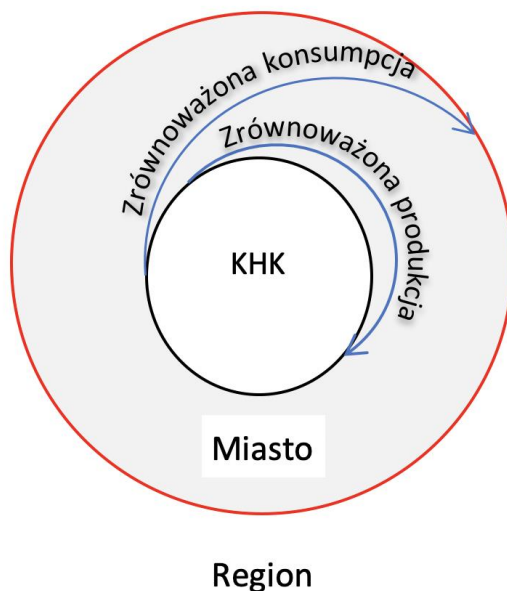
- „zrównoważonej produkcji” – obiegi wewnętrzne – jako miarę realizacji zadań własnych, w celu zamknięcia obiegu, na poziomie działalności spółki i wykorzystania zasobów własnych,

Tabela 3. Zadania realizujące GOZ w obszarach działalności KHK SA w Krakowie

Obszar technologiczno-środowiskowy	Obszar zarządzania i wsparcia jednostek GMK
Bieżąca działalność w tym: produkcja energii cieplnej w ZTPO i ZOE*, produkcja energii elektrycznej w ZTPO i ZOE, odzysk i zagospodarowanie odpadów poprodukcyjnych, budowa systemu retencjonowania i wykorzystania wód opadowych.	Zmniejszenie masy odpadów deponowanych na składowisku, w tym: rozbudowa zintegrowanego systemu przetwarzania odpadów komunalnych w metropolii krakowskiej oraz rozbudowa instalacji o trzecią linię termicznego przekształcania ZOE.
Podniesienie efektywności energetycznej w tym: inwestycje zwiększające stopień efektywności energetycznej w obszarach energii cieplnej i energii elektrycznej, zmiany w pozwoleniu zintegrowanym.	Działania na rzecz pozyskania i wykorzystania OZE na potrzeby Gminy Miejskiej Kraków w tym: budowa modelu wykorzystania wolumenu energii pochodzącej z OZE na potrzeby realizacji zadań o charakterze publicznym.
Zwiększenie stopnia niezależności energetycznej w tym rozbudowa własnych instalacji PV.	Współpraca z partnerami krajowymi w tym: działalność B+R, działania pilotażowe i szkolenia.
	Budowa międzynarodowej platformy wymiany doświadczeń w tym: współpraca z zagranicznymi stowarzyszeniami branżowymi w zakresie wdrażania zasad gospodarki niskoemisyjnej i gospodarki o obiegu zamkniętym.
	Realizacja działań edukacyjnych, promocyjnych i PR-owskich

* ZOE – Zakład Odzysku Energii, nowa inwestycja KHK SA.

Źródło: Strategia Gospodarki... 2020.



Rys. 3. Realizacja GOZ w KHK SA w Krakowie w obszarach zrównoważonej produkcji i zrównoważonej konsumpcji (Strategia Gospodarki... 2020)

- „zrównoważonej konsumpcji” – obiegi zewnętrzne – jako miarę realizacji GOZ, w mieście, regionie lub ponadregionalnie. Są one bazą wyjściową dla kolejnych etapów mierzenia postępów wdrażania GOZ i będą uzależnione od działalności podmiotów zewnętrznych.

Wybrane wskaźniki mierzące realizację działań GOZ wraz z kierunkiem pożądaných zmian wskazane są w tabelach 4–5.

Tabela 4. Wybrane mierzalne wskaźniki zrównoważonej produkcji KHK SA w Krakowie

Nazwa wskaźnika	Wymiar/ jednostka	Metodyka obliczania/szacowania	Rok bazowy	Wartość	Trend
Wskaźnik ilości odpadów wtórnych wytworzonych w ZTPO w relacji do odpadów przetworzonych w ZTPO	[%] lub współczynnik w przedziale [0-1]	Licznik: całkowita ilość odpadów wtórnych powstałych w procesie termicznego przekształcania odpadów, (19 01 02, 19 01 07*, 19 01 12, 19 01 13*, 19 02 02, 19 02 03): 60 254,01 Mg Mianownik: ilość odpadów przetwarzanych rocznie w ZTPO: 219 569,21 Mg	2019	27,40%	Stoła oczekiwany przedział 25–30% lub spadek
Wskaźnik energochłonności ZTPO, w tym pomocnicze: Efektywność energetyczna cieplna Efektywność energetyczna elektryczna	[%]	L: całkowita roczna ilość energii zużytej na potrzeby własne ZTPO: 3 152 MWh + 26 781,30MWh M: ilości energii wyprodukowanej (brutto) przez ZTPO: 269 522 MWh + 91 751,85 MWh	2019	8,30%	Trend spadkowy
Wskaźnik energochłonności ZTPO (energia cieplna)	[%] lub współczynnik w przedziale [0-1]	L: całkowita roczna ilość energii cieplnej zużytej na potrzeby własne ZTPO: 3 152 MWh M: ilości ciepła wyprodukowanego (brutto) przez ZTPO: 269 522 MWh	2019	1,20%	Trend spadkowy
Wskaźnik energochłonności ZTPO (energia elektryczna)	[%] lub współczynnik w przedziale [0-1]	L: całkowita roczna ilość energii elektrycznej zużytej na potrzeby własne ZTPO: 26 781,30 MWh M: całkowita roczna ilość wyprodukowanej energii elektrycznej w ZTPO: 91 751,85MWh	2019	29%	Trend spadkowy

Źródło: Strategia Gospodarki... 2020.

Tabela 5. Wybrane mierzalne wskaźniki zrównoważonej konsumpcji KHK S.A. w Krakowie

Nazwa wskaźnika	Wymiar/jednostka	Metodyka obliczania /szacowania	Rok bazowy	Wartość	Trend
Wskaźnik udziału OZE z frakcji biodegradowalnej odpadów	[%] lub współczynnik w przedziale [0-1]	L: ilość energii elektrycznej o statusie OZE wytworzonej z frakcji biodegradowalnej odpadów: 42 347,792 MWh (brutto) M: całkowita ilość energii elektrycznej wytworzonej w ZTPO: 91 751,85 MWh (brutto)	2019	46,16%	Trend rosnący
Wskaźnik wielkości emisji gazów cieplarnianych	[kg CO ₂ /Mg]	L: Wielkość emisji CO ₂ w kg w 2019 r. 219 715 021 kg/ rok M: Ilość odpadów przetworzonych w ZTPO: 219 569,21 Mg	2019	1000,66 kg/Mg	Trend spadkowy
Wskaźnik wykorzystania floty zeroemisyjnej w KHK S.A.	[%]	L: liczba pojazdów zeroemisyjnych (samochodowych) wykorzystywanych przez KHK SA do wykonywania zadań publicznych M: całkowita liczba pojazdów samochodowych pozostająca we flocie KHK SA (różne typy napędów)	2019	20%	Trend rosnący

Źródło: Strategia Gospodarki... 2020.

4. Monitorowanie i rozwój GOZ w KHK SA w Krakowie

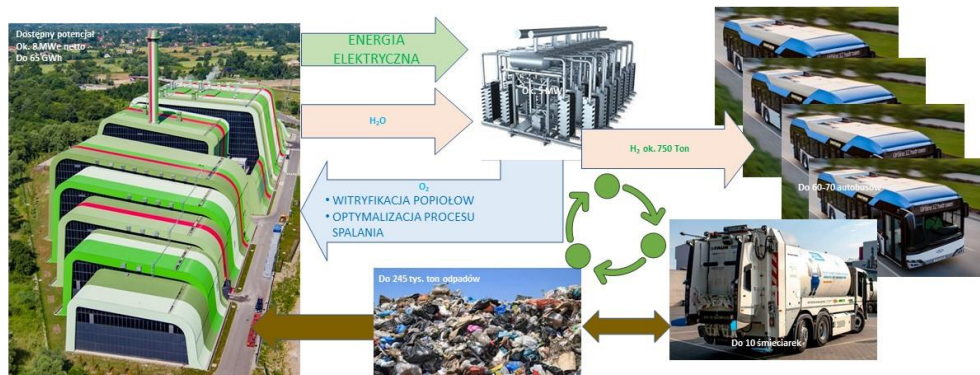
Opracowana strategia GOZ została przyjęta uchwałą Zarządu Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA w Krakowie (nr 71/2020 z dnia 15 grudnia 2020 r.) i jest realizowana oraz monitorowana. W ramach zadań związanych z jej implementacją podjęto kolejne działania zmierzające do realizacji:

- budowy instalacji do odzysku ciepła ze spalin;
- modernizacji węzła waloryzacji żużla;
- budowy instalacji do wytwarzania czystego wodoru w technologii elektrolizy.

Posiadanie własnego źródła energii elektrycznej umożliwi konkurencyjne wytwarzanie wodoru w technologii elektrolizy bez konieczności ponoszenia kosztów dystrybucji energii elektrycznej (rys. 4). Potrzebę realizacji takiej inwestycji uzasadnia duże zapotrzebowanie MPK SA na odnowienie taboru autobusowego i możliwości wykorzystania wysokich, 90%

dotacji na zakup pojazdów zasilanych wodorem. W przypadku instalacji elektrolizerów o docelowej mocy 8 MW spodziewana ilość odzyskiwanego ciepła to nawet 50 tys. GJ.

INNOWACYJNOŚĆ PROJEKTU ZAKUPU ELEKTROLIZERA – DODATKOWE WYKORZYSTANIE TLENU



Rys. 4. Rozbudowa modelu i działań GOZ dla KHK SA w roku 2021 (Strategia Gospodarki... 2020)

Podsumowanie i wnioski

- Nadmierna eksploatacja zasobów naturalnych niezbędnych do osiągnięcia wzrostu gospodarczego i dalszego rozwoju ma negatywny wpływ na środowisko, powodując, że są one coraz kosztowniejsze i trudniejsze do pozyskania. Dlatego też idea GOZ, która oferuje nowe sposoby tworzenia bardziej zrównoważonego modelu wzrostu gospodarczego, może być nową gałęzią zrównoważonych gospodarek.
- KHK SA eksploatujący instalację termicznego przekształcania odpadów, jako jeden z pierwszych, opracował i realizuje strategię GOZ, która pozwala na wdrożenie procesów zamykania obiegów materiałowych, energetycznych i informacji. Realizacja tego rodzaju przedsięwzięcia pozwoli na nową formę zarządzania, w której spełnione są założenia dotyczące maksymalizacji wartości dodanej surowców/zasobów, materiałów i produktów lub minimalizacji ilości wytwarzanych odpadów przy jednoczesnym ich zagospodarowywaniu zgodnie z hierarchią sposobów postępowania z nimi.
- Zaproponowana strategia GOZ dla KHK SA w Krakowie to plan ciągły, monitorowany i rozwijany na potrzeby nowej gospodarki, w której odpady są surowcami do produkcji nowych materiałów.
- Zaproponowane rozwiązania oddziałują nie tylko na realizację celów i zwiększające się wymagania środowiskowe w KHK SA, ale tworzą również bazę dla współpracy z innymi podmiotami z GMK i zachęcają do wdrażania modeli GOZ.
- Zaproponowane ekoinnowacyjne rozwiązania (np. wodór) mają możliwość szybszej realizacji poprzez zapewnienie podaży i popytu i tworzenie wartości dodanej w grupie kapitałowej.

Literatura

- Acerbi, F. i Taisch, M. 2020. A literature review on circular economy adoption in the manufacturing sector. *Journal of Cleaner Production* 283, art. No. 123086.
- Agenda 2030 na rzecz zrównoważonego rozwoju – implementacja w Polsce. http://www.un.org.pl/files/170/Agenda2030PL_pl-5.pdf.
- Akanbi i in. 2018 – Akanbi, L.A., Oyedele, L.O., Akinade, O.O., Ajayi, A.O., Davila Delgado, M., Bilal, M. i Bello, S.A. 2018. Salvaging building materials in a circular economy: A BIM- based whole-life performance estimator. *Resources Conservation & Recycling* 129.
- Amenta i in. 2019 – Amenta, L., Attademo, A., Remøy, H., Berruti, G., Cerreta, M., Formato, E., Palestino, M.F. i Russo, M. 2019. Managing the Transition towards Circular Metabolism: Living Labs as a Co-Creation Approach. *Urban Planning* 4, 5.
- Baldassarre i in. 2019 – Baldassarre, B., Schepers, M., Bocken, N., Cuppen, E., Korevaar, G. i Calabretta, G. 2019. Industrial Symbiosis: Towards a design process for eco-industrial clusters by integrating Circular Economy and Industrial Ecology perspectives. *Journal of Cleaner Production* 216.
- Circle Economy. *Building Blocks for the New Strategy Amsterdam Circular 2020–2025*; Circle Economy: Amsterdam, The Netherlands, 2019
- Ellen MacArthur Foundation 2015. *Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe*; Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK, 2015.
- Fusco Girard, L. i Nocca, F. 2019. Moving Towards the Circular Economy/City Model: Which Tools for Operationalizing This Model? *Sustainability* 11, 6253 45 of 48.
- Gravagnuolo i in. 2019 – Gravagnuolo, A., Angrisano, M. i Fusco Girard, L. 2019. Circular Economy Strategies in Eight Historic Port Cities: Criteria and Indicators Towards a Circular City Assessment Framework. *Sustainability* 11, 3512. <http://circularhotspot.pl/pl/gospodarka-obiegu-zamknietego>.
- https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pl.
- Kirchherr i in. 2017 – Kirchherr, J., Reike, D. i Hekkert, M. 2017. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation & Recycling* 127.
- Kulczycka, J. red. 2020. *Wskaźniki monitorowania gospodarki o obiegu zamkniętym*. Kraków: IGSMiE PAN.
- Mapa drogowa transformacji w kierunku gospodarki w obiegu zamkniętym, 2019. <https://www.gov.pl/web/rozwoj-praca-technologie/rada-ministrow-przyjela-projekt-mapy-drogowej-goz>.
- Magrini i in. 2020 – Magrini, C., D’Addato, F. i Bonoli, A. 2020. Municipal solid waste prevention: A review of market-based instruments in six European Union countries. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy* 38, 3(22).
- Munaro i in. 2020 – Munaro, M.R., Tavares, S.F. i Bragança, L. 2020. Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment. *Journal of Cleaner Production* 260.
- Strategia Gospodarki o Obiegu Zamkniętym Krakowskiego Holdingu Komunalnego Spółka Akcyjna w Krakowie, 2020.
- Strategia Rozwoju Krakowa „*Tu chcę żyć. Kraków 2030*”. https://www.bip.krakow.pl/?dok_id=94892.
- Sukhdev i in. 2018 – Sukhdev, A., Vol, J., Brandt, K. i Yeoman, R. 2018. *Cities in the Circular Economy: The Role of Digital Technology*. Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK.
- Williams, J. 2019. *Circular Cities: Challenges to Implementing Looping Actions*. *Sustainability* 11, 423.

Gospodarka o obiegu zamkniętym – wyzwania

PROCEDURY POSTĘPOWANIA DLA POZYSKANIA SUROWCÓW MINERALNYCH ZE ZŁÓŻ ANTROPOGENICZNYCH JAKO ELEMENT MODELU GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM

Ryszard UBERMAN

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

Wprowadzenie

W GOZ dąży się do pełnego wykorzystania odpadów, zarówno tych pochodzących z bieżącej produkcji, jak i zdeponowanych na składowiskach. Istotne znaczenie ma zatem nie tylko identyfikacja i klasyfikacja odpadów, ale również wskazanie, które z nich mogą być istotnym źródłem surowców. W rozdziale wskazano znaczenie dla gospodarki wtórnych surowców mineralnych oraz scharakteryzowano źródła ich pozyskania. Omówiono procedury pozyskiwania wtórnych surowców mineralnych ze składowisk odpadów, a także z bieżącej produkcji, wskazując zarówno wyzwania, jak i bariery w tym obszarze. Zwrócono także uwagę na konieczność uwzględnienia w procedurach postępowania na wydobywanie odpadów specyfiki pozyskiwania surowców mineralnych. Podkreślono w szczególności konieczność wykonania dokumentu na wzór dokumentacji geologicznej złoża, określającego sposób eksploatacji i przeróbki wydobywanej kopaliny.

Dla uporządkowania terminologii i uzupełnienia obowiązujących procedur postępowania z odpadami przedłożono postulat usankcjonowania prawnego pojęć: „antropogeniczne zasoby mineralne” oraz „antropogeniczne złożo”. W podsumowaniu zaproponowano procedurę postępowania dla wydobywania odpadów mineralnych uwzględniającą dodatkowe elementy specyficzne dla procedur pozyskiwania surowców mineralnych.

1. Rys historyczny i aktualny stan problematyki wykorzystania odpadów mineralnych

Gospodarka każdego kraju uzależniona jest od różnego rodzaju surowców, wśród których znaczącą pozycję zajmują surowce mineralne. Ponieważ zasoby złóż kopalin, stano-

wiące główne źródło naturalnych surowców mineralnych są, w zasadzie, nieodnawialne i wyczerpywalne, zachodzi konieczność szukania innych źródeł, np. zasobów odpadów mineralnych, z których po przeróbce uzyskuje się wtórne surowce mineralne. Działanie to jest korzystne, nie tylko ze względu na zbilansowanie potrzeb surowcowych, ale także wymogi ochrony środowiska, co realizuje wdrażanie modeli GOZ. Składowiska odpadów, zwłaszcza te budowane w poprzednich okresach, często bez odpowiednich zabezpieczeń i zazwyczaj nierekultywowane, są formami antropogenicznymi, obcymi dla danego krajobrazu, oraz źródłami zagrożenia dla środowiska.

W Polsce, jak zresztą w wielu krajach, na składowiskach nagromadzono duże ilości odpadów mineralnych z górnictwa i przeróbki pozyskanych kopalin. Szacuje się, że w Polsce ilość zdeponowanych odpadów mineralnych to nawet 1795 mln Mg. Do niedawna odpady te uznawano za bezużyteczne, niektóre z nich wykorzystywano, w minimalnym stopniu, do robót inżynierskich (niwelacja terenów). Przyznać jednak należy, że już w latach 50. XX w. w polskim prawie górniczym (Dekret Prawo górnicze z dnia 3 maja 1953 r.) usankcjonowano wydobywanie kopalin znajdujących się na zwalach po robotach górniczych. W kolejnych nowelizacjach i edycjach prawa górniczego rozszerzono ten zakres na zwalę po robotach górniczych oraz procesach wzbogacania kopalin (Nieć i in. 2018; Uberman Ry. 2021). Zauważalny postęp w zagospodarowaniu składowisk odpadów mineralnych nastąpił w Polsce z chwilą uchwalenia ustaw: Prawo ochrony środowiska (1980 r.), ustaw o odpadach (1997 r., 2001 r. i 2012 r.) oraz ustawy o odpadach wydobywczych (2008 r.).

Szeroką ocenę zagospodarowania nagromadzonych na składowiskach kopalin towarzyszących oraz odpadów mineralnych przedstawiono w pracy Uberman Ry. (2017). Omówiono w niej również problematykę dotyczącą definiowania, dokumentowania i eksploatacji złoża antropogenicznego.

W Polsce podjęto w latach 80. XX w. kompleksowe prace nad inwentaryzacją odpadów mineralnych wraz z próbą oceny ich przydatności w produkcji wtórnych surowców mineralnych (Szczęśniak 1990). Ich wynikiem była Mapa mineralnych surowców odpadowych na tle obszarów chronionych (Szczęśniak 1992). Praktycznym wykorzystaniem prowadzonych wówczas badań było wprowadzenie w jednym z przedsiębiorstw przemysłu cementowo-wapienniczego modelu produkcji o obiegu zbliżonym do obiegu zamkniętego (rys. 1).

Prace badawcze i wdrożeniowe dotyczące wykorzystania wtórnych surowców mineralnych są obecnie intensyfikowane w związku z wprowadzeniem zasad GOZ. Na Mapie drogowej transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym, przyjętej w Polsce przez Radę Ministrów we wrześniu 2019 r. (<https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/rada-ministrow-przyjela-projekt-mapy-drogowej-goz>) wskazano, iż, w Polsce jest duży potencjał działań dotyczących odpadów przemysłowych, w szczególności z działalności górniczej, przetwórstwa przemysłowego oraz wytwarzania i zaopatrywania w energię. Dotychczas w dyskusji publicznej stosunkowo mało uwagi poświęcano problematyce odpadów w wymienionych wyżej obszarach, w porównaniu z tematyką odpadów komunalnych. Znajduje się też na mapie drogowej zapis, iż jednym z działań na lata 2021–2022 jest „Analiza potencjału otwierania i wykorzystywania hałd odpadów z przemysłów przetwórczego i wydobywcze-

go oraz analiza składu morfologicznego odpadów wydobywczych i możliwości ich wykorzystania w poszczególnych branżach polskiego przemysłu, a także zaproponowanie na tej podstawie zmian legislacyjnych. W wielu branżach przemysłu podstawowym sposobem zagospodarowania odpadów było ich składowanie, w tym zagospodarowanie na hałdach. Biorąc pod uwagę postęp technologiczny, należy przypuszczać, że część hałd może być źródłem surowców do wykorzystania w innych sektorach gospodarki. Brak jest jednak z jednej strony wystarczających informacji na temat składu odpadów powstających w przemyśle wydobywczym, a z drugiej strony zapotrzebowania na nie w innych branżach przemysłu (w tym innowacyjnych).

Pomimo, organizowania licznych konferencji (www.konferencja-pan.pl, <https://konferencja-aktualia.min-pan.krakow.pl/materialy>, <https://pracodawcy.pl/wydarzenie/konferencja-online-kompleksowa-gospodarka-odpadami-w-zaglebiu-miedziowym/>), publikacji i prezentowania dobrych praktyk odzysku surowców wtórnych z hałd, (np. odzysku przez ZGH Bolesław SA cynku i ołowiu z odpadów – M. Krukowski 2020), oraz działań w zakresie ich szerszego wykorzystania nie znalazła odzwierciedlenia w zmianach przepisów prawnych.

Również za granicą, zwłaszcza w organizacjach i instytucjach międzynarodowych, została ostatnio zintensyfikowana działalność dotycząca gospodarki odpadami, w tym odpadami mineralnymi. Od kilku lat trwają prace nad uporządkowaniem terminologii i usankcjonowaniem prawnym (dyrektywy) gospodarki odpadami w Unii Europejskiej (Pietrzyk-Sokulska, Radwanek-Bąk, Kulczycka 2018), w Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ.

Na szczególną uwagę w kontekście wykorzystania surowców wtórnych w związku z realizacją GOZ zasługuje komunikat KE (KOM 2018/32) w sprawie *wdrażania pakietu dotyczącego gospodarki o obiegu zamkniętym: warianty podejścia do interakcji między przepisami w zakresie chemikaliów, produktów i odpadów*. Podkreślono w nim, z jednej strony konieczność zwiększania skali recyklingu i ponownego wykorzystywania, z korzyścią zarówno dla środowiska, jak i dla gospodarki, a z drugiej wskazano obawy co do wykorzystania odpadów jako surowca wtórnego. Wyzwania dotyczą przede wszystkim aspektów związanych z bezpieczeństwem środowiskowym ich pozyskiwania i przetwarzania. Wynika, to, między innymi, z:

1. Braku łatwo dostępnych, dla podmiotów zajmujących się przetwarzaniem odpadów i przygotowaniem ich do odzysku informacji na temat obecności w nich substancji potencjalnie niebezpiecznych,
2. Występowania w odpadach substancji, które nie są już dozwolone w nowych produktach (tzw. substancje odziedziczone),
3. Nie w pełni zharmonizowanych unijnych przepisów dotyczących zniesienia statusu odpadu co utrudnia określenie kiedy odpady stają się nowymi materiałami i produktami. W GOZ materiały powinny pozostawać w fazie odpadu jedynie tymczasowo, ponieważ celem jest ich odzyskanie i ponowne włączenie do obiegu w zastępstwie materiałów pierwotnych. **Aby było to możliwe, większości materiałów poddanych recyklingowi nie należy uznawać za odpady,**

4. Niewystarczającego dopasowania przepisów dotyczących określania, które odpady i chemikalia są niebezpieczne, co wpływa niekorzystnie na wykorzystanie surowców wtórnych.

Takie ujęcie dotyczy wszystkich rodzajów odpadów, jednak jest ono szczególnie istotne dla odpadów wydobywczych, które coraz częściej są cennym źródłem zasobów. Niestety, mimo podjętych działań, zarówno w polityce UE i w Polsce, jak i natury formalnoprawnej oraz wprowadzenia zachęt w postaci instrumentów finansowych, stan wykorzystania odpadów mineralnych, jako źródła surowców, pozostaje niezadawalający.

Spośród wielu przyczyn niedostatecznego postępu w wykorzystaniu odpadów mineralnych, wymienić można, m.in.:

- różnorodność i rozdrobnienie przepisów prawa,
- niejednoznaczność uregulowań,
- wielotorowość kompetencyjną,
- chaos terminologiczny.

Brak jest jednak, przede wszystkim, identyfikacji składowisk z podaniem przybliżonej oceny ilości i jakości składowanych odpadów, pod kątem ich przydatności, jako źródła wtórnych surowców mineralnych. Brak także zachęt i instrumentów finansowych stymulujących zainteresowanie potencjalnych inwestorów rozwojem sfery gospodarki surowcami mineralnymi.

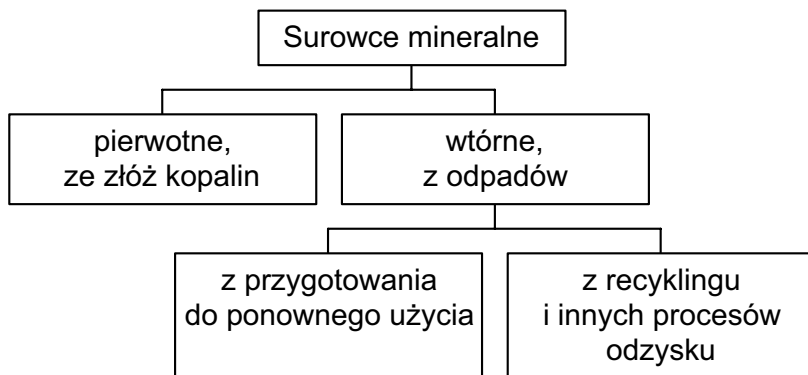
W aktualnych dokumentach, dotyczących bilansu i zapotrzebowania na surowce mineralne (np. projekt Polityki Surowcowej Państwa), wymieniane są tylko naturalne surowce mineralne, pochodzące ze złóż kopalin, z uwzględnieniem ewentualnego importu. Nie wymienia się w tych dokumentach wtórnych surowców mineralnych. Stwierdzenie to uzasadnia celowość analizy omawianej problematyki, określenie przyczyn i sformułowanie propozycji dla rozwiązania problemu.

2. Mineralne surowce wtórne i źródła ich pozyskania

Podstawą gospodarki jest wytwarzanie dóbr materialnych. Do tego celu niezbędne są surowce, wśród których znaczącą pozycję zajmują surowce mineralne. Głównym źródłem surowców mineralnych są złoża kopalin, z których po wydobyciu i przeróbce kopaliny uzyskuje się naturalne surowce mineralne. Potencjalnie znacznej wielkości źródłem surowców mineralnych mogą być odpady mineralne, powstające zarówno w procesach wydobycia i przeróbki kopalin, jak i przetwórstwa surowców mineralnych. W ostatnich latach zwraca się także uwagę na możliwość pozyskania cennych surowców mineralnych (zwłaszcza metalicznych) ze zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego, samochodów i innych wyrobów itp. Odpady mineralne, stanowiące dodatkowe źródło surowców mineralnych, klasyfikowane są jako wtórne surowce mineralne.

Punktem wyjścia dla scharakteryzowania wtórnych surowców mineralnych i źródeł ich pozyskania jest definicja surowca mineralnego cytowana za *Zasadami dokumentowania złóż*

kopalin stałych (2002). Surowiec mineralny to „kopalina wydobyta, przeznaczona do użytkowania, a także użyteczne produkty przeróbki (uszlachetniania, wzbogacania kopaliny) oraz użyteczne produkty odpadowe przetwarzania surowca mineralnego”. Zgodnie z cytowaną definicją przedstawiono schemat obrazujący rodzaje i strukturę pozyskania surowców mineralnych z uwzględnieniem wtórnych surowców mineralnych (rys. 2).



Rys. 2. Surowce mineralne wg źródeł pochodzenia
Źródło: opracowanie własne

Przedmiotem analizy są więc wtórne surowce mineralne, pozyskiwane z odpadów nagromadzonych w przeszłości oraz budowanych aktualnie składowiskach. Podstawowym źródłem surowców mineralnych są te odpady, które zawierają substancje mineralne, a więc odpady pochodzące z procesów wydobywania i przeróbki kopaliny, a także z przetwórstwa surowców mineralnych. Odrębnym zagadnieniem jest pozyskiwanie wtórnych surowców mineralnych z recyklingu, ze zużytego sprzętu, z wyrobów.

W przeszłości wymienione rodzaje odpadów były często deponowane nieselektywnie, łącznie ze skałami nadkładu i przerostami, a często również z kopaliną o niskiej zawartości składnika użytecznego, przez co były surowcem nieopłacalnym do przeróbki. Obecnie, uwzględniając obowiązujący stan prawny, składowiska mogące być źródłem wtórnych surowców mineralnych można podzielić na:

- składowiska odpadów podlegające przepisom ustawy o odpadach,
- obiekty unieszkodliwiania odpadów wydobywczych, regulowane przepisami o odpadach wydobywczych.

Głównym źródłem wtórnych surowców mineralnych mogą być przede wszystkim składowiska odpadów zawierające substancje mineralne, a więc z wydobywania i przeróbki kopaliny oraz przetwórstwa surowców mineralnych. Trudnością w ich wykorzystaniu, zwłaszcza ze składowisk budowanych w przeszłości, jest niedostateczna znajomość charakterystyki zdeponowanych odpadów. Obiekty unieszkodliwiania odpadów wydobywczych, budowane zgodnie z przepisami ustawy z 2008 r. o odpadach wydobywczych, w których deponowano odpady wydobywcze z poszukiwań, eksploatacji i przeróbki kopaliny, są udo-

kumentowane w sposób umożliwiający przybliżoną ocenę ich przydatności i możliwości pozyskiwania.

Zgodnie z prezentowanymi źródłami pozyskania wtórnych surowców mineralnych, działalność ta regulowana jest przepisami dwóch ustaw. W związku z powyższym, niezależnie od konieczności rozpoznania ilościowego i jakościowego zdeponowanych odpadów lub mas ziemnych i skalnych, konieczne jest, już na wstępie, ustalenie formalnoprawnego podporządkowania obiektu.

3. Obowiązujące procedury prawne umożliwiające pozyskanie wtórnych surowców mineralnych ze składowisk odpadów

W świetle obowiązujących przepisów prawa możliwe jest pozyskiwanie surowców mineralnych ze składowisk odpadów, po spełnieniu określonych warunków. Dopuszcza się w nich bowiem pozyskiwanie zdeponowanych odpadów bez określenia celu ich wykorzystania. Szczegółowe warunki określono w odnośnych przepisach prawa, tzn. w ustawie o odpadach lub ustawie o odpadach wydobywczych.

3.1. Wydobywanie odpadów ze składowisk odpadów

Przepisy ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach przewidują wydobywanie odpadów:

- ze składowiska odpadów posiadającego instrukcję prowadzenia składowiska (art. 143 ust 1),
- z zamkniętego składowiska odpadów nieposiadającego instrukcji prowadzenia składowiska odpadów (art. 144, ust 1),
- ze zwałowiska odpadów (art. 144, ust. 1).

Wydobywanie odpadów ze składowiska odpadów posiadającego instrukcję prowadzenia składowisk odpadów odbywa się na zasadach ustalonych w tej instrukcji. Instrukcja prowadzenia składowiska określa dodatkowo (art. 143, ust 1):

1. Rodzaj i ilość odpadów przewidzianych do wydobywania.
2. Techniczny sposób wydobywania odpadów.
3. Sposób zapobiegania negatywnemu oddziaływaniu odpadów na życie lub zdrowie ludzi oraz na środowisko.
4. Opis oddziaływania planowanego wydobywania odpadów na środowisko.
5. Opis technicznego zabezpieczenia miejsca po wydobywaniu odpadów, a w przypadku zamkniętego składowiska odpadów lub jego części także opis działań rekultywacyjnych.

Wydobywanie odpadów możliwe jest także z zamkniętego składowiska, nieposiadającego instrukcji jego prowadzenia, a także ze zwałowiska odpadów. Przez zwałowisko odpa-

dów ustawodawca rozumie „miejsce składowania odpadów przemysłowych, dla którego nie było wymagane uzyskanie decyzji dotyczącej lokalizacji lub decyzji o pozwoleniu na budowę” (art. 144, ust. 2). Wydobywanie odpadów z tych obiektów wymaga uzyskania zgody, wydawanej w drodze decyzji właściwego organu, tj. marszałka województwa lub dyrektora RDOŚ, w przypadku przedsięwzięć na terenach zamkniętych. W przypadku obiektów wymienionych w art. 144, ust. 1 wnioski o wydania zgody na wydobywanie odpadów powinny zawierać informację o wnioskodawcy oraz adres składowiska odpadów albo lokalizację zwałowiska odpadów. Do wniosku powinna być dołączona ekspertyza dotycząca (art. 144, ust. 5):

1. Rodzaju i szacunkowej masy odpadów przewidzianych do wydobycia.
2. Technicznego sposobu wydobywania odpadów.
3. Sposobu zapobiegania negatywnemu oddziaływaniu wydobywania odpadów na życie lub zdrowie ludzi oraz na środowisko.
4. Opisu oddziaływania planowanego wydobywania odpadów na środowisko.
5. Opisu technicznego zabezpieczenia miejsca po wydobyciu odpadów, a w przypadku zamkniętego składowiska odpadów lub jego części także opisu działań rekultywacyjnych.

Ponieważ wymienione składowiska są obiektami budowlanymi do wydobywania odpadów (a więc rozbiórki obiektów), należy do nich stosować przepisy prawa budowlanego.

3.2. Wydobywanie odpadów z obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych

Możliwość wydobywania odpadów, zwłaszcza wydobywczych i przerobczych, przewidują przepisy ustawy o odpadach wydobywczych z 2008 r. W ustawie o odpadach wydobywczych, podobnie, jak w ustawie o odpadach, zdefiniowano również jakie składowisko może być uznane za obiekt ich unieszkodliwiania. Zgodnie z art. 3, ust. 1 pkt 5 tej ustawy jest to „obiekt przeznaczony do składowania odpadów wydobywczych w formie stałej, ciekłej, w roztworze lub w zawiesinie, w tym hałdy i stawy osadowe, obejmujący tamy lub inne konstrukcje służące do powstrzymywania, zatrzymywania, ograniczania lub umacniania takiego obiektu”. Procedury postępowania w celu uzyskania zgody na wydobywanie odpadów wydobywczych regulowane są art. 18 tej ustawy. Art. 18, ust. 1 stanowi, że odpady wydobywcze mogą być pozyskiwane z obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych po uzyskaniu zgody, o której mowa w art. 144 ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach. Przepis, o którym mowa w art. 18, ust. 1 dotyczy również pozyskiwania odpadów wydobywczych z obiektów ich unieszkodliwiania, w których były składowane, a dla których nie było wymagane uzyskanie decyzji lokalizacyjnej lub pozwolenia na budowę (art. 18, ust. 2). Do zgody na wydobywanie odpadów wydobywczych z obiektów ich unieszkodliwiania należy stosować przepisy ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach. We wniosku o uzyskanie zgody na wydobywanie odpadów wydobywczych należy, obok informacji o wnioskodawcy, dołączyć informacje:

- o lokalizacji obiektu,
- o klasyfikacji obiektu,
- niezbędne do sporządzenia zewnętrznego planu operacyjno-ratowniczego, zgodnie z wymaganiami ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska.

Dokonany przegląd źródeł pozyskiwania wtórnych surowców mineralnych wskazuje potencjalnie dużą ilość możliwości. W każdym przypadku konieczne jest uzyskiwanie zgody na wydobywanie odpadów zgodnie z odpowiednimi przepisami prawa regulującymi gospodarkę odpadami. Uregulowane w przepisach ustawy o odpadach i ustawy o odpadach wydobywczych procedury postępowania odnoszą się do wszystkich rodzajów odpadów. Nie uwzględniają jednak cech i wymagań specyficznych dla gospodarki surowcami mineralnymi. Z wymienionych powodów wskazane jest uzupełnienie procedur postępowania o informacje i dokumentację potwierdzające jakość i ilość analizowanego odpadu pod kątem jego przydatności dla uzyskania wtórnego surowca mineralnego.

4. Propozycja uzupełnienia procedur postępowania w celu uzyskania zgody na wydobywanie odpadów ze składowisk odpadów mineralnych

Przedsiębiorcy zainteresowani wydobywaniem odpadów mineralnych do produkcji wtórnych surowców mineralnych powinni przed przygotowaniem wniosku o zgodę na ich pozyskanie, przeprowadzić rozeznanie co do jakości i ilości substancji mineralnej w nich zawartej oraz możliwości uzyskania konkretnego surowca mineralnego. Dla otrzymania wymienionych informacji konieczne jest wykonanie prac i badań zbliżonych zakresem do prac dokumentujących złoża kopalin. Aby ułatwić wykonanie wymienionych prac, przydatne byłoby usankcjonowanie niektórych specyficznych pojęć i ich definicji, charakteryzujących gospodarkę surowcami mineralnymi. Ponieważ źródłem dla otrzymywania surowców mineralnych są tylko odpady mineralne, a nie wszystkie rodzaje odpadów zgromadzonych na składowiskach, należy wprowadzić do stosowania termin „odpady mineralne”, czyli odpady zawierające substancje mineralne. Odpady mineralne są potencjalnie dużą bazą zasobową dla pozyskania wtórnych surowców mineralnych, co uzasadnia upowszechnienie i usankcjonowanie prawne stosowanego już w nauce i praktyce gospodarczej pojęcia „mineralne zasoby antropogeniczne”. Według Kodeksu POLVAL są to: „składowane na powierzchni gruntu nagromadzenia substancji mineralnych – odpadów mineralnych powstałych wskutek wydobycia i przeróbki kopalin oraz przetwórstwa surowców mineralnych”. Celowe jest również wprowadzenie i usankcjonowanie pojęcia „złoże antropogeniczne”, które w przywołanym Kodeksie POLVAL zdefiniowano jako „wyodrębniona na podstawie wykonanych badań część mineralnych zasobów antropogenicznych, przeznaczona do gospodarczego wykorzystania”. Z definicji tej wynika, że jest to pojęcie uniwersalne, bowiem grupuje wszystkie formy geomorfologiczne nagromadzeń odpadów mineralnych, wymienione w ustawie o odpadach i ustawie o odpadach wydobywczych, przykładowo takie jak: składowiska, zwały, hałdy, osadniki, stawy osadowe itd.

Kolejną czynnością, poprzedzającą sporządzenie wniosku o zgodę na wydobywanie odpadów mineralnych, powinno być rozpoznanie jakości i ilości substancji mineralnych w nich zawartych. Na tej podstawie należałoby opracować, w zakresie i dokładności zależnej od potrzeb, dokumentację, będącą odpowiednikiem dokumentacji geologicznej dla złóż kopalin. Konieczna byłaby też ocena możliwości technicznej i opłacalności przeróbki odpadu mineralnego. Takie rozpoznanie może w konsekwencji rzutować na potrzebę stosowania nietypowych sposobów wydobywania (np. eksploatacji selektywnej) oraz mniej lub bardziej skomplikowanych technologii przeróbki i wzbogacania. Wymagane rozwiązania i opracowania, mające na celu pozyskanie wtórnych surowców mineralnych, powinny być przedstawione w dokumentacjach, uzupełniających dokumenty przewidziane ustawami, niezbędne dla uzyskania zgody na wydobywanie odpadów.

Wykaz dokumentów, uzupełniających procedury postępowania na wydobywanie odpadów ze składowisk, uwzględniający specyfikę surowcami mineralnymi stanowią:

1. Identyfikacja źródła odpadów mineralnych.
2. Rozpoznanie przydatności odpadu mineralnego dla uzyskania wtórnego surowca mineralnego:
 - wykonanie dokumentacji geologicznej złoża antropogenicznego.
 - projekt eksploatacji i przeróbki odpadu mineralnego,
 - projekt rekultywacji terenu poeksploatacyjnego,
 - wycena wartości złoża antropogenicznego (ewentualnie).
3. Przygotowanie dokumentów i wniosku o zgodę na wydobywanie odpadu, zgodnie z przepisami ustawy o odpadach wydobywczych.

Zagospodarowanie złoża antropogenicznego jest inwestycją wymagającą nieraz znacznych nakładów inwestycyjnych, często obarczonych ryzykiem powodzenia. W związku z tym powinno być starannie przygotowane, nie tylko od strony technicznej, ale również biznesowej. Złóża antropogeniczne są w gospodarce rynkowej zaliczane do aktywów geologiczno-górnicznych i często przedmiotem obrotu rynkowego, co wymaga znajomości wartości rynkowej złoża. Sposoby wyceny wartości złóż antropogenicznych omówione są w Kodeksie POLVAL (2021).

Jak wcześniej wskazano, wtórne surowce mineralne, pozyskiwane z odpadów wydobywczych, przeróbczych i przetwórstwa surowców mineralnych, mają już znaczący udział w bilansach surowcowych wielu krajów, w tym Polski. Ponieważ stan zinwentaryzowania składowisk odpadów mineralnych jest niewystarczający, konieczne jest podjęcie prac nad identyfikacją składowisk odpadów mineralnych w celu ustalenia ich przydatności i możliwości zagospodarowania. Wtórne surowce mineralne powinny zostać uwzględnione w Polityce Surowcowej Państwa, z nakreśleniem perspektywicznego planu ich pozyskiwania. Wskazane byłoby opracowanie i publikowanie Bilansu wtórnych surowców mineralnych na wzór wydawanych już bilansów: Bilansów zasobów złóż kopalin w Polsce (wydawany corocznie) oraz Bilansu perspektywicznych zasobów kopalin Polski (wydawany okresowo). Wymienione opracowania zawierałyby kompleksową ocenę wszystkich źródeł surowców mineralnych w kraju.

Podsumowanie

Nagromadzone przez wiele lat odpady mineralne są znaczącą bazą dla produkcji wtórnych surowców mineralnych. Zagospodarowanie składowisk odpadów staje się koniecznością ze względu na postępujący deficyt naturalnych surowców mineralnych i likwidację zagrożeń stwarzanych dla środowiska przez nie zrekultywowane składowiska. Strategie GOZ wspierają takie kierunki działań.

Wydobywanie odpadów ze składowisk jest możliwe po uzyskaniu zgody organów wymienionych w ustawie o odpadach i ustawie o odpadach wydobywczych. W wymienionych ustawach uregulowane zostały również procedury postępowania dla uzyskania zgody na eksploatację składowisk. Ponieważ przepisy dotyczące wydobywania odpadów odnoszą się do wszystkich rodzajów odpadów, zachodzi konieczność uzupełnienia dokumentacji na ich wydobywanie o informacje i dokumenty uwzględniające specyficzne potrzeby gospodarki surowcami mineralnymi. Propozycję uzupełnienia procedur o dodatkowe dokumenty wyspecyfikowano w rozdziale 4. Ponadto, dla uporządkowania terminologii dotyczącej odpadów mineralnych, sformułowano wnioski odnośnie do usankcjonowania niektórych pojęć i ich definicji, szczególnie dotyczących odpadów mineralnych.

Podkreślono także potrzebę kontynuowania prac nad inwentaryzacją składowisk zawierających odpady mineralne, pozwalającą na ocenę ich przydatności dla przetworzenia we wtórne surowce mineralne.

Ze względu na znaczenie dla gospodarki surowców mineralnych postuluje się, aby dodatkowo, obok Bilansu zasobów złóż kopalin w Polsce, wydawanego corocznie i Bilansu perspektywicznych zasobów kopalin Polski, wydawanego okresowo, sporządzać i wydawać Bilans zasobów wtórnych surowców mineralnych. Informacje zawarte w tych dokumentach są niezbędne dla formułowania Polityki Surowcowej Państwa.

Literatura

- Krukowski, M. 2020. Gospodarka o obiegu zamkniętym w Zakładach Górniczo-Hutniczych „Bolesław” SA. Czasopismo Techniczne KTT 185/2020. <http://ktt.net.pl/wp-content/uploads/2021/01/185.pdf>
- Nieć i in. 2018 – Nieć, M., Uberman, Ry. i Galos, K. 2018. Okruchowe antropogeniczne złoża kopalin. *Górnictwo Odkrywkowe* Nr 3.
- Pietrzyk-Sokulska i in. 2018 – Pietrzyk-Sokulska, E., Radwanek-Bąk, B. i Kulczycka, J. 2018. Mineralne surowce wtórne – problemy polskiego nazewnictwa i klasyfikacji w związku z realizacją gospodarki w obiegu zamkniętym. *Przegląd Geologiczny* Nr 3.
- Szczeńniak, H. 1990. Zagrożenia środowiska przyrodniczego w wyniku gromadzenia odpadów mineralnych. Roz. [W:] *Zasady ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego na obszarach złóż kopalin*. Zeszyt 18. Warszawa: Wydawnictwo Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego – Akademia Rolnicza.
- Szczeńniak, H. 1992. Mapa mineralnych surowców odpadowych na tle obszarów chronionych wraz z opracowaniem tekstowym. Warszawa: Wydawnictwo Państwowego Instytutu Geologicznego.
- Uberman, Ry. 1990. Optymalizacja struktury produkcji w KOESW oparta na kryteriach techniczno-ekonomicznych i ekologicznych. Rozdział 7 [W:] *Gospodarka surowcami mineralnymi na tle kształtowania warunków przy-*

- rodniczych w Kujawskim Okręgu Eksploatacji Surowców Węglanowych. Zeszyt 45. Warszawa: Wydawnictwo Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego – Akademia Rolnicza.
- Uberman, Ry. 2017. Kopaliny towarzyszące w złożach węgla brunatnego. Tom II. Prawno-ekonomiczne oraz górnicze aspekty zagospodarowania kopaliny towarzyszących. Kraków: Wydawnictwo IGSMiE PAN.
- Uberman, Ry. 2021. Mineral waste in the light of the provisions of the Act on Waste the Act on Extractive Waste, and the Geological and Mining Law. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management 37(1).

Źródła prawa

- Dekret z dnia 6 maja 1953 r. Prawo górnicze. Tekst jednolity, Dz.U. z 1970 r., Nr 4, poz. 12.
- Ustawa z dnia 31 stycznia 1980 r. o ochronie i kształtowaniu środowiska. (t. jedn. Dz.U. 1994 r., Nr 49, poz. 196).
- Ustawa z dnia 9 marca 1991 r. o zmianie Prawa górniczego. (Dz.U. Nr 31, poz. 128).
- Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. Prawo geologiczne i górnicze. (Dz.U. Nr 29, poz. 96).
- Ustawa z dnia 27 czerwca 1997 r. o odpadach. (Dz.U. Nr 96, poz. 592).
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. Nr 62, poz. 628).
- Ustawa z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych. (Dz.U. Nr 138, poz. 865).
- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. Nr 163, poz. 981).
- Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach. (t. jedn. Dz.U. z 2020 r., poz. 797).

Inne źródła

- Kodeks Wyceny Aktywów Geologiczno-Górnicych (Kodeks POLVAL), Polskie Stowarzyszenie Wyceny Złóż Kopaliny. Kraków 2021 (w redakcji).
- Mapa drogowa transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym, przyjęta w Polsce przez Radę Ministrów we wrześniu 2019 r. <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/rada-ministrow-przyjela-projekt-mapy-drogowej-goz>.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno- Społecznego i Komitetu Regionów w sprawie wdrażania pakietu dotyczącego gospodarki o obiegu zamkniętym: warianty podejścia do interakcji między przepisami w zakresie chemikaliów, produktów i odpadów. Komisja Europejska COM (2018) 32 final.
- Atlas KOESW w skali 1: 50 000 (1990). Warszawa: Wydawnictwo Państwowy Instytut Geologiczny.

TECHNOLOGIE CYFROWE W ROZWOJU WSPÓŁPRACY BIZNES–UCZELNIE NA PRZYKŁADZIE SEKTORA BIOFARMACEUTYCZNEGO W ŚWIECIE VUCA

Sylwia SIERACKA
Politechnika Gdańska, Gdańsk

Wprowadzenie

Zmienność, niepewność, złożoność i wieloznaczność, których doświadczamy w rzeczywistości VUCA (ang. *Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity*) może doprowadzić do nieefektywności działań wielu podmiotów. Przedsiębiorstwa poszukują nowych szans i możliwości rozwoju. VUCA to akronim ze słów *Volatility* (zmienność, ulotność), *Uncertainty* (niepewność), *Complexity* (złożoność) i *Ambiguity* (niejednoznaczność). Każda z wymienionych cech nowej rzeczywistości stanowi wyzwanie dla menedżera i wymaga przemyślanego podejścia. Podstawą funkcjonowania większości z nich są modele biznesowe, długofalowe plany, uwzględniające przede wszystkim aspekty ekonomiczne, ale również wzrost wymagań w zakresie ochrony środowiska. Model biznesowy jest opisem działania przedsiębiorstwa (Arend 2013), a także wskazaniem miejsca i sposobu osiągania zysku (Magretta 2003). Istotnym elementem biznesplanu w sektorach farmacji i biotechnologii jest planowanie wydatków na badania i rozwój (B+R), które m.in. poszukują nowych rozwiązań technologicznych. Sektor biofarmaceutyczny jest obecnie światowym liderem inwestycji w zakresie badań i rozwoju (Karpa 2019). Jednak od dekady obserwowana jest w nim rosnąca luka produktywności (Ashburn i Thor 2004; Pronker i in. 2013), wynikająca z tego, że maleje ilość dopuszczonych do obrotu leków, a ciągle rosną wydatki związane z ich badaniami. Wymusza to prowadzenie badań zmierzających do wzrostu produktywności, dzięki zastosowaniu nowych rozwiązań organizacyjnych. Jednym z nich jest zintensyfikowanie współpracy przedsiębiorstw z sektora biofarmaceutycznego z uczelniami wykorzystanie ich znacznego potencjału naukowo-badawczego. Przyspieszenie takich działań wymaga modelowego ujęcia, które prowadzi do zwiększenia przewagi konkurencyjnej podmiotów gospodarczych, a naukowym umożliwia wdrożenie wyników badań w praktyce. Realizacja

i planowanie współpracy powinny uwzględnić zmienne decyzyjne w trzech aspektach (Morris i in. 2005), tj.:

- strategicznym (ukierunkowanym na rozwój, powiązania oraz pozycje w ekosystemie rynku),
- operacyjnym (określającym rodzaj i przebieg wewnętrznych procesów, które są wartością dla przedsiębiorstw – klientów),
- finansowym (wskazującym sposób uczelnia w generowaniu zysków).

Wspólny język korzyści i obopólne zrozumienie potrzeb ma szansę na wypracowanie efektu synergii pomiędzy biznesem a uczelniami.

W rozdziale zaproponowano model współpracy nauki z biznesem w obszarze nowych technologii oraz zasad GOZ (wirtualizacja), tworzący nowatorskie powiązania relacyjne. Wyzwaniem dla rozwoju kooperacji są coraz bardziej skomplikowane i kosztowne badania nad nowymi lekami, poszukiwanie pionierskich narzędzi oraz presja czasu. Bariery przy prowadzeniu badań są różne cele nauki i biznesu. Korzyścią jest natomiast możliwość szybkiego wdrażania innowacyjnych rozwiązań z zyskiem dla każdego z podmiotów.

1. Przykładowe strategie rozwoju podmiotów biofarmaceutycznych

Na rozwój medycznego sektora gospodarki miała pewien wpływ ostatnia pandemia. Czołowe podmioty sektora, pracujące nad nowymi, innowacyjnymi lekami otrzymały ostatnio 245,4 mln zł dofinansowania od Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (Kowalik 2020). Przedsiębiorstwa biofarmaceutyczne chętnie korzystają ze współpracy ze spółkami technologii medycznych (TechMed), których notowania na Gieldzie Papierów Wartościowych również istotnie wzrosły w czasie pandemii do około 7,6 mld zł.

W 2020 r. w bardzo szybkim tempie rosły wartości przedsiębiorstw omawianego sektora gospodarki. Należy jednak zaznaczyć, że większość z nich, w tym Celon Pharma czy Mebion, realizuje strategie zrównoważonego rozwoju, uwzględniając w różnym stopniu: wzrost gospodarczy, dbałość o środowisko oraz rozwój społeczny. Zrównoważony rozwój jest szczególnie istotny w przedsiębiorstwach zawierających elementy biotechnologii, gdzie innowacje są kluczowe dla ich korzyści finansowych (Petruzzelli i Rotolo 2015).

Przedsiębiorcy mają wiele okazji do działania zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju i tworzeniu innowacyjnych produktów z wykorzystaniem biotechnologii. Jest to możliwe dzięki współpracy pomiędzy przedsiębiorcą, który zarządza innowacyjnymi i zrównoważonymi projektami, a uczelnią badawczą, która inwestuje w rozwój badań oraz sektorem publicznym, który przydziela wsparcie finansowe i zachęca do tego typu projektów, promując partnerstwa międzysektorowe. Są one szansą rozwoju przedsiębiorstw biofarmaceutycznych, gdyż ta forma współpracy może najefektywniej wykorzystać dostępne środki finansowe przyznawane przez rząd, infrastrukturę uczelni badawczych oraz możliwości przemysłu, generując nowe modele biznesowe. Jednym z ciekawych obszarów działań GOZ

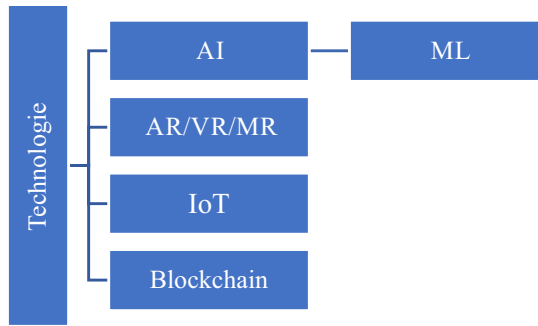
jest możliwość tworzenia produktów z odpadów. Przykładowo w publikacji Vázquez Parra i inni (2018) autorzy wskazują na szansę wykorzystania odpadów produkcyjnych w innych aplikacjach lub przemyśle. Po zakończonym projekcie badawczym taki odpad produkcyjny mógłby przechodzić do kolejnego etapu badań w sektorze publicznym, posiadającym wsparcie dla tego typu projektów i ponownie mógłby trafiać do przemysłu. W ten sposób możliwa staje się współpraca mająca na celu osiągnięcie zrównoważonych innowacji na skalę przemysłową (Castaños 1994).

2. Technologie cyfrowe w sektorze biofarmacji

Zmieniające się otoczenie biznesowe, rozwój nowych technologii, wzrost konkurencyjności i postępująca globalizacja to coraz większe wymagania dla przedsiębiorstw (Grabowska i in. 2020). Wiele rozwiązań dają nowe technologie cyfrowe, wprowadzane obecnie na każdym etapie funkcjonowania przemysłu począwszy od łańcucha dostaw, przez procesy badawcze i produkcyjne, po usługi świadczone na rzecz klientów. Usługi te to m. in. aplikacje edukacyjne pomagające jak najlepiej wykorzystać leki. Firma Sanofi-Aventis pierwsza opracowała aplikację GoMeals, z myślą o osobach chorych na cukrzycę. Określa ona w prosty sposób wartości odżywcze spożywanych posiłków, zlicza i monitoruje dzienne dawki dostarczanych organizmowi produktów. Podobne aplikacje, powiązane bezpośrednio z konkretnymi lekami lub z terapią danego schorzenia mają też m.in.: AstraZeneca, GlaxoSmithKline, Johnson&Johnson, Merck, Novartis, Pfizer, Roche, Aflofarm czy Polpharma. Przykłady w/w technologii oraz analiza dużych zbiorów danych pozwalają na lepsze dopasowanie indywidualnych rozwiązań i minimalizację potencjalnych błędów.

Technologią o dużym znaczeniu dla zmian branży biofarmaceutycznej jest sztuczna inteligencja, którą wykorzystali m.in. naukowcy z Damo Academy, należącej do chińskiego holdingu Alibaba. Podczas obecnie trwającej na świecie pandemii opracowali algorytm mający wspomóc identyfikację wirusa. Model ten łatwo pozwala odróżnić COVID-19 od zapalenia płuc. Cały proces trwa 20 sekund, podczas gdy lekarzom diagnoza może zająć nawet 15 minut. Algorytm jest interesującym rozwiązaniem z uwagi na krótki czas czynności sprawdzających, co w diagnostyce ma duże znaczenie.

Technologie cyfrowe: zwiększają bezpieczeństwo dystrybucji (Internet rzeczy, łańcuch bloków), wpływają na poprawę ochrony pracowników (rozszerzona rzeczywistość), usprawniają edukację (wirtualna rzeczywistość) i komunikację interesariuszy (aplikacje), skracają czas diagnostyki (sztuczna inteligencja), pozwalają na zwiększenie jakości w zakresie leczenia pacjentów (Internet rzeczy medycznych). Przede wszystkim doskonalą i przyspieszają czas realizacji poszczególnych procesów, co wpływa na wynik finansowy przedsiębiorstw. Czas reakcji na poszczególne działania i wynik ekonomiczny to priorytety współczesnych przedsiębiorstw biofarmaceutycznych. Powszechnie stosowane technologie w sektorze biofarmaceutycznym zaprezentowano na rysunku 1.

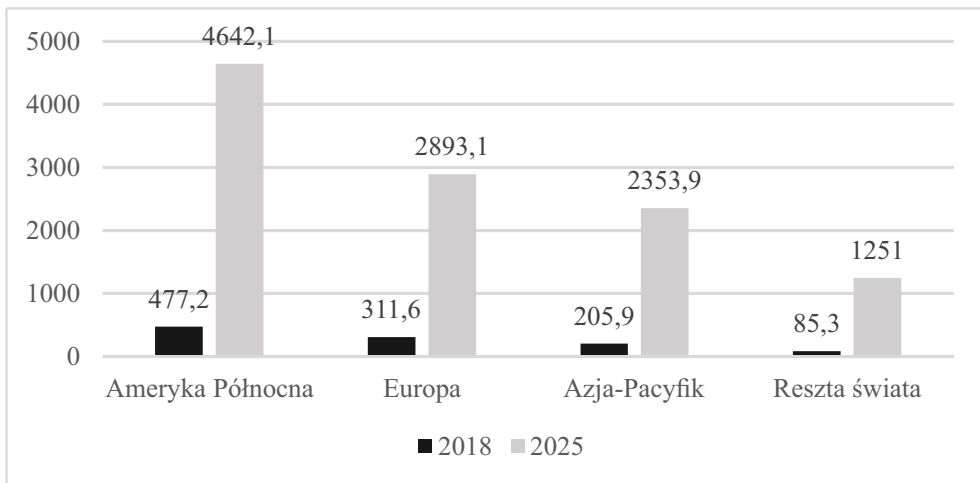


Rys. 1. Technologie stosowane w sektorze biofarmaceutycznym

Opis: AI – ang. *Artificial Intelligence* (sztuczna inteligencja), ML – ang. *Machine Learning* (uczenie maszynowe), VR – ang. *Virtual Reality* (wirtualna rzeczywistość), AR – ang. *Augmented Reality* (rozszerzona rzeczywistość), MR – ang. *Mixed Reality* (mieszana rzeczywistość), IoT – ang. *Internet of Things* (internet rzeczy), ang. *Blockchain* (łańcuch bloków)

Źródło: opracowanie własne

Innowacje kształtują przyszłość medycyny i otwierają nowe możliwości dla pacjentów oraz lekarzy. Szacuje się, że wartość rynku AR/VR w ochronie zdrowia gigantycznie wzrosnie do ponad 11 mld USD w roku 2025 (Conor 2021), co przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Prognoza wzrostu globalnego rynku AR/VR ochrony zdrowia do 2025 r. według regionu [mln USD]

Opis: AR – *Augmented Reality*, VR – *Virtual Reality*

Źródło: Conor 2021

Według szacunków analityków banku Goldman Sachs do roku 2025 światowy rynek medycznych rozwiązań VR i AR (w tym biofarmacja) będzie drugim po sektorze gamingowym.

Rozwiązania przemysłu muszą dostosowywać się do zmieniającego się w szybkim tempie rynku i wyprzedzać jego potrzeby.

Doświadczenia wirtualnej rzeczywistości coraz częściej stosowane są przez przedsiębiorstwa w celu edukacji pracowników i interesariuszy. Narzędzia AR/VR, to między innymi kierunek rozwoju branży biofarmaceutycznej, w którym mogłyby uczestniczyć uczelnie badawcze. Wielu światowych graczy branży biofarmaceutycznej zaczęło już inwestować w rozwój własnych doświadczeń rzeczywistości mieszanej. W tym celu podejmowane są kolejne współprace ze spółkami technologicznymi sektora MedTech i LabTech. Rozszerzona rzeczywistość rozwija swoje zastosowanie od medycyny po przemysł 4.0. Rynek AR/MR rośnie czterokrotnie szybciej niż VR (Kieszek 2020). Dla uzyskania jak najlepszych wyników ekonomicznych przedsiębiorstwa wciąż poszukują efektywnych rozwiązań. Coraz chętniej zawierają między sobą sojusze, aby wypracować jak najlepsze rozwiązania. Warto, aby w ten proces rozwoju przedsiębiorstw bardziej zaangażowały się uczelnie ze swoim zapleczem badawczo-naukowym.

3. Wyniki ankiety – wnioski z badań własnych

W kwietniu 2021 r. autorka przeprowadziła ankietę, której celem było zweryfikowanie potrzeb nowych technologii oraz rodzaju ich dostawców do sektora biofarmaceutycznego. W pracy wykorzystano analizy pogłębione i obserwacje własne. W badaniu udział wzięli przedstawiciele czterech przedsiębiorstw branży biofarmaceutycznej. Wywiady przeprowadzono z ośmioma osobami z departamentów cyfryzacji i innowacji, rozwoju oraz multimediiów. Pytania dotyczyły potrzeb oraz źródeł dostaw innowacji technologicznych oraz określenia barier potencjalnej współpracy z uczelniami badawczymi.

Uzyskane odpowiedzi dały informacje, iż przedsiębiorstwa korzystają z wyspecjalizowanych spółek zewnętrznych w zakresie pozyskiwania nowych technologii. Trend ten zmienia się jednak na rzecz centralizacji działań wewnętrznych z uwagi na *know-how* (wg art. 5a, ust. 34 lit. c definiuje jako udokumentowaną wiedzę nadającą się do wykorzystania w działalności przemysłowej, naukowej lub handlowej. Według Art. 29, ust. 1, pkt 1, to całość informacji związana ze zdobytym doświadczeniem w dziedzinie przemysłowej, handlowej lub naukowej). Żaden z podmiotów nie wskazał jednak uczelni jako partnera do współpracy w tym zakresie. Z udzielonych odpowiedzi wynika, że to uczelnie powinna wystąpić z propozycją i możliwościami potencjalnej kooperacji. Działania z instytucjami naukowymi kojarzone są bardziej w obszarze praktyk i staży niż partnerstwa biznesowego. Kontakt z uczelniami odbywa się przez podmioty pośredniczące. Przedstawiciele biznesu bezpośrednio kontaktują się z naukowcami o statusie osób opiniotwórczych, tzw. KOL (ang. *Key Opinion Leader*). Wśród ankietowanych przedsiębiorstw w ostatnim czasie prym wiodły prace nad różnego rodzaju aplikacjami oraz narzędziami do usprawnienia komunikacji. Zarówno komunikacji wewnętrznej, jak i zewnętrznej. Ankietowani są zainteresowani rozwojem badań klinicznych oraz dalszym usprawnieniem przepływu dokumentów i informacji.

Na podstawie wywiadu pogłębionego autorka wskazała potrzeby biznesu oraz bariery współpracy z uczelniami, co przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Potrzeby biznesu a bariery współpracy z uczelniami

Potrzeby biznesu	Bariery współpracy
Maksymalizacja zysków	Rozbieżne cele
Szybka reakcja na potrzeby rynku	Brak informacji dotyczących potrzeb przedsiębiorstw
Poprawne relacje z interesariuszami	Brak informacji ze strony uczelni dotyczących możliwości współpracy
Inwestycje w innowacje (aplikacje, diagnostyka)	Brak funduszy
Wyprzedzanie potrzeb rynku	Brak komunikacji
Przełomowe rozwiązania	Brak zwinnego brokera ds. współpracy

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania pogłębionego przeprowadzonej ankiety, kwiecień 2021.

Istotną rolę w procesie wdrażania rozwiązań odgrywa czas. Zarówno w temacie innowacyjnych leków, jak i narzędzi. Wśród działań reakcyjnych w odpowiedzi na pandemię podmioty wprowadziły m.in. przyspieszone prace nad badaniami leków oraz usprawniały cyfryzację komunikacji, w tym rozwijały webinaria 3D. Z obserwacji własnych wynika, że biznes znacznie częściej dokonuje przejścia ekspertów, start-up-ów czy zespołów badawczych niż nawiązuje współpracę z uczelniami. Jako główną barierę tego stanu rzeczy autorka upatruje w braku informacji na temat możliwości współpracy biznes–uczelnia (tj. potrzeby biznesu vs możliwości uczelni) oraz biurokracji po stronie uczelni.

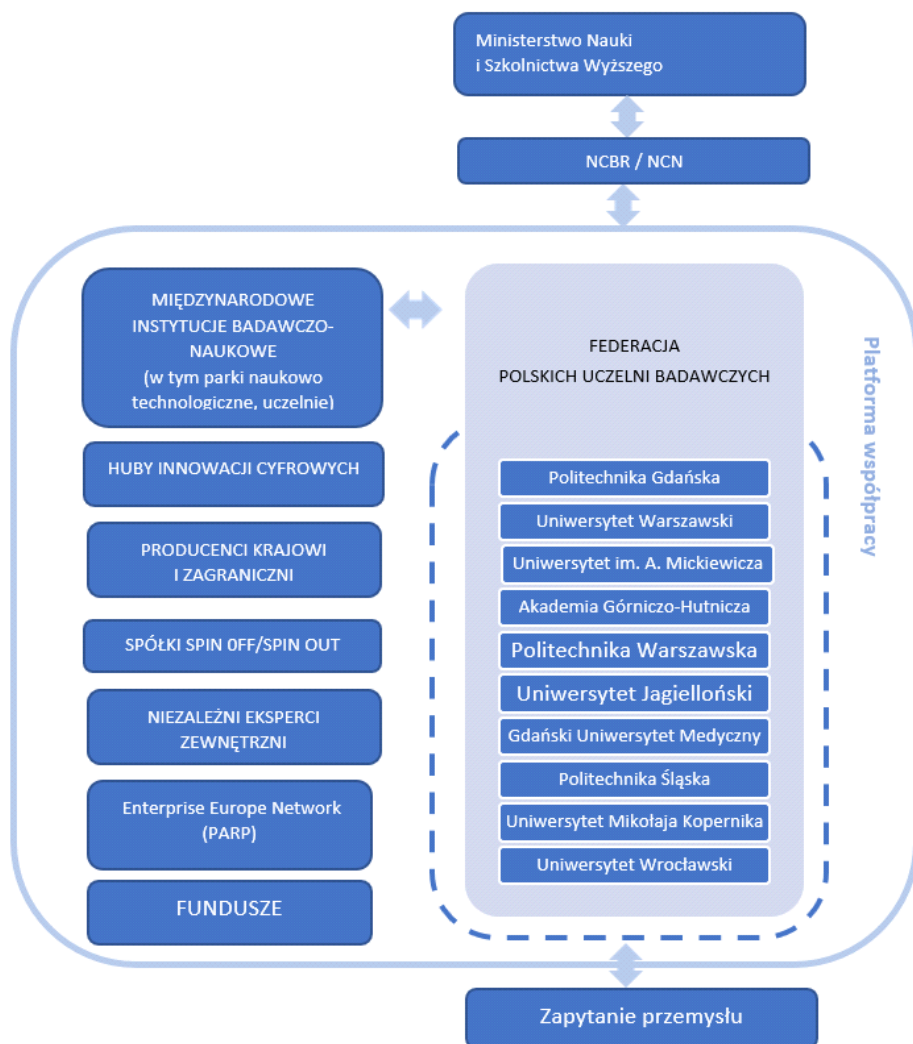
4. Zastosowanie technologii cyfrowych we współpracy biznes–uczelnia

Celem współpracy jest osiągnięcie efektu synergii (Chorób 2016), dzięki któremu podmioty mogą uzyskać lepsze wyniki przy niższych kosztach przez łączenie funkcji, które dotychczas każdy realizował indywidualnie (Strzyżewska 2008). Relacje między podmiotami opierają się na dostarczaniu wartości przy założeniu, że ktoś może zaspokoić swoje różne potrzeby, podczas gdy inny generuje wartość (Okonek 2010). W tym przypadku uczelnie mogłyby rozwijać narzędzia do komunikacji, prowadzić badania diagnostyczne i dostarczać wyniki zainteresowanym przedsiębiorstwom. Istotna też jest szybkość reakcji na zmieniające się potrzeby i rozwój w dostarczaniu odpowiednich, wysokojakościowych rozwiązań.

Przemysł biofarmaceutyczny jest przykładem proinnowacyjnej organizacji przemysłowej, gdzie pozornie nieoczekiwane i niezgodne z ekonomiczną intuicją zachowania instytucji gospodarczych prowadzą do intensyfikacji procesów badawczo-rozwojowych i tworzą nowe modele biznesowe (Karpa 2019). Przedsiębiorstwa niekiedy angażują się we współpracę z uczelniami i instytutami naukowymi, placówkami ochrony zdrowia czy start-up-ami, two-

rząc małe, lokalne ekosystemy napędzające rozwój innowacji. Nowe technologie coraz częściej przenikają się we współpracy wielu sektorów, zacieśniając ich kooperację. Rozwiązań tych niestety brakuje we współpracy przedsiębiorstwo–jednostka naukowa. Niezbędne stają się rozwiązania systemowe, które pozwoliłyby zbudować wielopłaszczyznową platformę współpracy biznes–uczelnia nie tylko na poziomie państwowym, ale i międzynarodowym.

Zgodnie z potrzebami biznesu należy zapewnić szybką reakcję uczelni na jego potrzeby np. przez stworzenie w/w platformy o charakterze sieciowym, umożliwiającą kontakt ze światowymi ośrodkami badawczo-naukowymi. Polskę mogłaby reprezentować powołana w tym celu federacja uczelni badawczych. Wstępną koncepcję przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Wstępny zarys modelu cyfrowej platformy współpracy biznesu z uczelniami według branży
Źródło: opracowanie własne

Dostosowanie możliwości uczelni do Przemysłu 4.0 wymaga inwestycji w automatyzację, robotykę i cyfryzację, które pozwolą na stosowanie inteligentniejszych technologii komunikacyjnych i wypracowania nowego modelu współpracy. Należy dążyć do doskonalenia procesów optymalizacji, celem osiągnięcia lepszych efektów oraz wyższego poziomu satysfakcji klienta/partnera biznesowego (Trenker 2016), np. przez zwiększenie jakości oferowanych produktów lub/i usług czy przyspieszenie procesu generowania pomysłów naukowych.

Platforma współpracy biznesu z uczelnią oparta na rozwiązaniach technologii cyfrowych zapewni poprawę jakości przepływu informacji, a tym samym podniesie jakość kolejnych etapów kooperacji. Uczelnie zdecydowanie potrzebują solidnego pośrednika (brokera), który przeanalizuje potencjalne zapytania, dokona segregacji, zapewni wsparcie prawne i zorganizuje zespoły wykonawcze. Niezbędne w tym procesie będzie również monitorowanie postępu prac. Obecnie Centra Transferu Technologii nie dorównują jeszcze tym oczekiwaniom. Rosnącym wymaganiom przedsiębiorstw może sprostać platforma wyposażona w odpowiednie narzędzia technologiczne. Nowe technologie to już codzienność biznesu, która powinna występować również we współpracy z uczelniami. Przy pomocy między innymi narzędzi sztucznej inteligencji uczelnie będą w stanie przewidzieć potrzeby przedsiębiorstw danego sektora i odpowiednio szybko na nie zareagować. Czas i innowacyjność to determinanty sukcesu współpracy biznesu z uczelniami, które mogą zostać spełnione przy wykorzystaniu nowoczesnych rozwiązań w zakresie komunikacji. Nowe technologie dostarczają progresywnych źródeł poznania prawdy, co stanowi przewagę konkurencyjną przedsiębiorstw.

Podsumowanie

W nieprzewidywalnym świecie VUCA coraz większego znaczenia nabierają jasne zasady współpracy i komunikacja. Istotną rolę odgrywa elastyczność w podejmowaniu działań i dopasowywanie środków służących osiągnięciu zamierzonego celu. Uczelnie niestety nie wykazują się chęcią zwinnej współpracy z biznesem, co skutkuje między innymi tym, iż w obecnym peletonie dostawców nowych technologii do przemysłu plasują się jedynie jako podwykonawcy, a nie partnerzy biznesowi (ad. podrozdz. 4).

GOZ stwarza szerokie spektrum możliwości współpracy przedsiębiorstw z uczelniami badawczymi. Badania naukowe są synergią tej współpracy. Nowe technologie mogą służyć usprawnieniu i rozwojowi tej kooperacji. Technologie AI, MR czy łańcuch bloków powinny być stosowane nie tylko w przemyśle, ale również na polu kooperacji z instytucjami naukowymi.

W wielu dokumentach wskazuje się na wyraźne korzyści współpracy przedsiębiorstw i uczelni, szczególnie poprzez tworzenie wspólnych modeli biznesowych. Dotyczy to w szczególności prowadzenia działalności gospodarczej, tj.: oferta (np. usługi uczelni generujące wartość dla konkretnego przedsiębiorstwa), klient (przedsiębiorstwo), infrastruktura (zaplecze badawczo-naukowe uczelni), finanse (m.in. przychody i koszty).

W celu poprawy współpracy biznes - uczelnie należy dążyć do:

- cyfryzacji komunikacji (sprawny transfer wiedzy, dostęp do najnowszych danych na rynku globalnym);
- wdrożenia platformy: *Business University Cooperation*, opartej na narzędziach AI (szybko odpowiada na potrzeby przedsiębiorstw i eliminuje bariery obecnej współpracy) ze wsparciem AR/VR, jako brokera komunikacji/współpracy;
- stworzenia federacji uczelni badawczych (w odpowiedzi na potrzeby sektora bio-farmaceutycznego – badania i rozwój);
- ciągłego usprawniania schematu współpracy według potrzeb danego sektora gospodarki.

Rozwiązania technologii cyfrowych usprawnią proces komunikacji (zapytań – odpowiedzi, ewidencji postępu prac, itp.), tworząc tym samym perspektywę zacieśnienia relacji. Stosowane w połączeniu mogą prowadzić do transformacji współpracy biznes–uczelnie, umożliwiając wprowadzenie nowych modeli biznesowych. Sieć kooperacji ma szansę przyczynić się zarówno do poprawy wyników innowacyjnych, jak i rynkowych. Platforma–broker o charakterze sieciowym, z perspektywą rozwoju na rynek globalny i relacje on-line za jej pośrednictwem wpłyną na poprawę współpracy między biznesem a uczelniami.

Literatura

- Arend, R. 2013. The Business Model: Present and Future – Beyond a Skeuomorph. *Strategic Organisation* 11(4).
- Ashburn, T.T. i Thor, K.B. 2004. Drug repositioning; identifying and developing new uses for existing drugs. *Nature Reviews Drug Discovery* 3(8).
- Castaños de Lomnitz, H. 1994. University and technological innovation. *Educational profiles*.
- Chorób, R. 2016. Współpraca podmiotów jako jedna z determinant ekspansji inicjatyw klastrowych. *Wydział Ekonomii Uniwersytet Rzeszowski ZN WSH Zarządzanie* (3).
- Conor, S. 2021. Global healthcare AR and VR market forecast in 2018 and 2025, by region. <https://www.statista.com/statistics/1033162/healthcare-ar-and-vr-market-forecast-worldwide-by-region/>.
- Global Augmented Reality and Mixed Reality Market - Analysis and Forecast (2018–2025).
- Grabowska i in. 2020 – Grabowska, S., Gajdzik, B. i Saniuk, S. 2020. The role and impact of Industry 4.0 on business models. [W:] *Sustainable Logistic nad Production in Industry 4.0. Eco Production*.
- Hadaś i in. 2020 – Hadaś, Ł., Olesków-Szłapka, J. i Stachowiak, A. 2020. Współpraca uczelni z biznesem w dobie wyzwań czwartej rewolucji przemysłowej, *Inżynieria Zarządzania Cyfryzacja Produkcji. Aktualności badawcze* 2. PWE. <https://businessinsider.com.pl/technologie/digital-poland/technologie-zmienia-branze-farmaceutyczna/skx9xt3>.
- <https://strefainwestorow.pl/artykuly/analizy/20200601/rynek-vr-ar-mr-medycyna>.
- Karpa, W. 2019. Osobliwości innowacji medycznych.
- Kieszek, N. 2020. Czas wyjść poza rynek VR. Zobacz jak polskie spółki wykorzystują technologię AR oraz MR w swoich rozwiązaniach. <https://strefainwestorow.pl/artykuly/analizy/20200601/rynek-vr-ar-mr-medycyna>.
- Kowalik, F. 2020. <https://www.forbes.pl/rankingi/ranking-forbesa-firm-techmedycznych-w-polsce-top25/7c4rk11>.
- Kwiek, M. 2020. Międzynarodowa współpraca badawcza w Europie w świetle dużych danych i jej globalne konteksty. *Nauka* 1/2020.
- Le Roy, F. i Czakon, W. 2016. Managing coepetition: the missing link between strategy and performance. *Industrial Marketing Management* 53.

- Magretta, J. 2003. Tajniki modelu biznesowego. *Harvard Business Review Polska* nr 1, marzec.
- Morris i in. 2005 – Morris, M., Schindehutte, M. i Allen, J. 2005. The entrepreneur's business model: toward a unified perspective. *Journal of Business Research* 58.
- Okonek, P. 2010. Relacje z klientami w e-biznesie, PARP.
- Osterwalder, A. i Pigneur, Y. 2010. *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- Petruzzelli, A. i Rotolo, D. 2015. Institutional diversity, internal search behaviour and joint-innovations: Evidence from the U.S. biotechnology industry. *Management Decision* 59 (9).
- Pronker i in. 2013 – Pronker, E., Weenen, T., Commandeur, H., Claassen, E., Osterhaus, A. 2013. Risk in Vaccine Research and Development Quantified, *PLoS ONE* 8(3).
- Seturidze, R. i Topuria, N. 2021. A way of developing collaboration between universities and businesses in a time of COVID-19, Emerald Publishing Limited.
- Smedley, P. 2019. AR and VR in the Industrial Space. <https://connectedworld.com/ar-and-vr-in-the-industrial-space/>.
- Strzyżewska, M. 2008. Współpraca konkurentów w grupie polskich małych i średnich przedsiębiorstw. *Problemy Zarządzania – Przedsiębiorczość* nr 2.
- Trenker, M. 2016. Doskonalenie procesów i ich uwarunkowania. *Zarządzanie i Finanse* nr 2, cz. 1.
- Vázquez Parra i in. 2018 – Vázquez Parra, J.C., Serrano-Bosquet, F. J., Arredondo Trapero, F. i Tecnológico de Monterrey 2018. A Model for a Biotechnological Enterprise Based On Sustainability and the Circular Economy: An Approach Based on Mexican Innovations. *International Journal of Entrepreneurship* 22(3).

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA RACHUNKU KOSZTÓW DZIAŁAŃ (ACTIVITY BASED COSTING) W GOSPODARCE O OBIEGU ZAMKNIĘTYM

Bogusława BEK-GAIK

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, Kraków

Wprowadzenie

Koncepcja GOZ zakłada minimalizację odpadów już na poziomie projektowania wyrobu, a następnie obejmuje kolejne fazy cyklu życia, aż do fazy przerobienia wyrobu lub ostatecznie recyklingu. Koniecznością wydaje się więc identyfikacja i transparentność kosztów na każdym z wymienionych etapów. Dlatego zastosowanie **rachunku kosztów działań** ABC, jako najdokładniejszego systemu rozliczania kosztów, jest uzasadnione.

ABC ma zdefiniować dane zagregowane w tradycyjnych rachunkach kosztów do postaci bardziej przydatnej dla podejmowania decyzji. Polega ona na powiązaniu zużycia zasobów z działaniami, a działań z obiektami kosztowymi, co pozwala dokładniej przypisać koszty do obiektów kosztowych na podstawie stopnia wykorzystania działań. Występujące bariery dotyczą przede wszystkim możliwości wdrożenia rachunku, co jest pracochłonne i może wiązać się z pewnymi problemami. Szczególnie trudny jest prawidłowy podział procesów gospodarczych na działania szczegółowe, jako przyczyny poniesienia kosztów oraz dobór właściwych nośników kosztów działań i zasobów. Należy również dostosować istniejący system ewidencyjny rachunku kosztów do grupowania kosztów według działań. Z drugiej strony rachunek ten z pewnością przyniesie wiele korzyści, w tym dokładne rozpoznanie kosztów, co ułatwia właściwe podejmowanie decyzji, w tym w szczególności w zakresie zidentyfikowania powiązań pomiędzy nabywanymi materiałami wejściowymi a wytwarzanymi odpadami.

1. Środowiskowa rachunkowość i jej narzędzia

Rachunek kosztów środowiskowych jest ściśle związany z rachunkowością środowiskową, definiowaną zarówno w literaturze krajowej, jak i zagranicznej*. Rachunkowość środowiskowa w organizacji, według Międzynarodowej Federacji Księgowych (IFAC) definiowana jest bardzo szeroko, zarówno w kontekście rachunkowości zarządczej, jak i rachunkowości finansowej. W przypadku środowiskowej rachunkowości zarządczej zwrócono uwagę na generowanie, analizę i wykorzystywanie finansowych i niefinansowych informacji dla optymalizacji wyników działalności przedsiębiorstwa w zakresie ochrony środowiska np. analiza przychodów z recyklingu materiałów, roczne oszczędności z nowych energooszczędnych urządzeń. Z kolei środowiskowa rachunkowość finansowa skupia się na szacowaniu i raportowaniu operacji związanych z działaniami środowiskowymi np. szacowaniem i raportowaniem bieżących środowiskowych zobowiązań organizacji (Szadziewska 2013). IFAC podaje, że rachunkowość środowiskowa (EA – *Environmental Accounting*) jest stosowana w:

- ocenie i ujawnianiu informacji finansowych związanych ze środowiskiem w kontekście rachunkowości finansowej i sprawozdawczości,
- ocenie i wykorzystaniu fizycznych i pieniężnych informacji związanych ze środowiskiem w kontekście rachunkowości zarządzania środowiskowego (EMA – *Environmental Management Accounting*),
- oszacowaniu zewnętrznych oddziaływań i kosztów na środowisko, często określanych jako pełna kalkulacja kosztów (FCA – *Full Cost Accounting*),
- rozliczaniu zapasów i przepływów zasobów naturalnych, zarówno pod względem fizycznym, jak i pieniężnym, tj. rachunkowość zasobów naturalnych (NRA – *Natural Resource Accounting*),
- agregacji i raportowaniu informacji księgowych na poziomie organizacji, informacji o zużyciu zasobów naturalnych i innych informacji dla celów rachunkowości,
- rozważeniu fizycznych i pieniężnych informacji związanych ze środowiskiem w szerszym kontekście rachunkowości zrównoważonego rozwoju (International Federation of Accountants... 2005).

Najważniejszym zadaniem rachunkowości środowiskowej jest dostarczenie informacji kosztowej, szczególnie o kosztach środowiskowych, które są kategorią złożoną, powodując trudności w ich klasyfikacji i interpretacji.

W literaturze przedmiotu wymienia się sześć etapów rozwoju koncepcji pojęcia kosztów środowiskowych.

- 1) jako koszty zewnętrzne,
- 2) jako koszty ochrony środowiska,
- 3) obejmujące koszty ochrony środowiska oraz zinternalizowane koszty zewnętrzne w postaci podatków i opłat ekologicznych,

* Obszerny przegląd definicji rachunkowości środowiskowej zaprezentowała A. Szadziewska (2013).

- 4) poprzez włączenie materiałów odpadowych do koncepcji kosztów środowiskowych (np. ewidencja odpadów, procesy utylizacji, ukierunkowanie na zarządzanie przepływami materiałowymi),
- 5) jako koszty przepływu i koszty procesowe (nastawienie na rozwój zrównoważony),
- 6) poprzez włączenie kosztów docelowych do koncepcji kosztów środowiskowych – ograniczenie wpływu produktu na środowisko w całym cyklu jego życia, od projektowania do jego utylizacji (Szadziwska 2013).

Koszty środowiskowe są przedmiotem zainteresowania zarówno środowiskowej rachunkowości zarządczej, jak i środowiskowej rachunkowości finansowej. W celu dokładnego określenia kosztów środowiskowych i ich analizy wykorzystuje się wiele narzędzi, jakimi dysponuje rachunkowość zarządcza. Są to m.in. koszty cyklu życia (LCC), hierarchiczna analiza kosztów, rachunek kosztów działań (ABC), rachunek kosztów docelowych (*Target Costing*), budżetowanie.

Wydaje się, że największe możliwości w zakresie analizy kosztów środowiskowych daje koncepcja *Activity Based Costing* (ABC). Może być również wykorzystana do kalkulacji kosztów w GOZ, która zakłada, że ilość odpadów powinna zostać ograniczona do zera, a produkty powinny być skonstruowane tak, aby uwzględniać ich jak najdłuższe użytkowanie, późniejszy demontaż oraz recykling (ponowne wykorzystanie).

2. Rachunek kosztów działań (*Activity Based Costing*) – założenia

Rachunek kosztów działań (ABC) powstał jako odpowiedź na niedoskonałości tradycyjnych metod rozliczania kosztów i rosnące potrzeby informacyjne menedżerów i jest nowym podejściem do analizy i rozliczania kosztów pośrednich w organizacji. Istotą ABC jest sposób rozliczania kosztów pośrednich na obiekty kosztowe – poprzez działania*, wprowadzając tzw. dwustopniowy system rozliczania kosztów.

W koncepcji ABC organizacja jest postrzegana przez pryzmat działań i procesów niezbędnych do wytworzenia i sprzedaży produktów, a przyczyny powstawania kosztów, czyli różne działania realizowane w organizacji, niezbędne do produkcji i sprzedaży wyrobów są zidentyfikowane. Zapotrzebowanie na realizację określonych działań wynika z zapotrzebowania na wyroby i usługi, co z kolei jest bezpośrednio związane z potrzebami i wymaganiami klientów. Działania są więc nośnikami kosztów, a koszty działań są przenoszone na poszczególne produkty.

W efekcie model ABC dostarcza wiele istotnych informacji dotyczących:

- działań powodujących zużywanie określonych zasobów przedsiębiorstwa,
- kosztów generujących działania i procesy gospodarcze realizowane w przedsiębiorstwie,

* W literaturze przedmiotu wielokrotnie podkreślany jest fakt, że systemy ABC, stanowią przełom w systemach kalkulacji kosztów i wymagają zmiany sposobu myślenia o kosztach. System ABC pozwala na dokładne i rzetelne przypisywanie kosztów pośrednio produkcyjnych do działań, procesów, wyrobów, usług i klientów w celu efektywnego zarządzania kosztami (por. J.A. Miller).

- wskazania również powodów i celu realizowania poszczególnych działań i procesów,
- udzielania odpowiedzi na pytanie jaka część każdego z działań i kosztów z nim związanych dotyczy produktów, usług i klientów przedsiębiorstwa.

Możliwości zastosowania ABC są bardzo szerokie. Przede wszystkim można wykonać kalkulację w systemie ABC, budżetowanie w przekroju działań (*Activity Based Budgeting*) i zarządzać poszczególnymi działaniami w organizacji. W celu wyeliminowania wad klasycznego ABC opracowano również koncepcję rachunku kosztów działań sterowanych czasem (*Time-Driven ABC – TDABC*) (Szychta 2008). Istota podejścia TDABC polega na oszacowaniu czasu wykonywania każdego konkretnego działania na podstawie różnych cech danego przypadku (*time-drivers*). Jak podaje A. Surowiec (2016) „Podejście TDABC identyfikuje koszty określonego obszaru łańcucha dostaw, zapotrzebowanie na zasoby wyrażone czasem pracy, wymagane przez każde działanie, transakcję, produkt, nabywcę, i ustala stawkę kosztów zdolności operacyjnej, czyli koszt przypadający na jednostkę czasu dostarczenia zdolności operacyjnej zasobu. W przypadku operacji logistycznych praktyczna zdolność operacyjna jest wyrażona najczęściej jako ilość czasu pracy pracowników”.

3. Zastosowanie ABC do rozliczania kosztów środowiskowych

Zastosowanie modelu ABC do rozliczania kosztów środowiskowych wymaga wyodrębnienia kosztów środowiskowych w przekroju realizowanych działań (np. kontrola zanieczyszczeń, koszty odpowiedzialności za produkt). Następnie należy dobrać nośniki kosztów działań (klucze rozliczeniowe) w celu przyporządkowania ich do odpowiednio wybranych obiektów kosztowych. Jak podaje literatura przedmiotu, w praktyce są to najczęściej np. wielkość emisji, unieszkodliwione odpady (Szadziwska 2013). Jednym z rodzajów jest rachunek kosztów łańcucha dostaw, który powinien zapewnić informacje kosztowe o kluczowych procesach, a w ich ramach o elementarnych działaniach łańcucha dostaw. Wykorzystanie ABC umożliwia identyfikację działań, zasobów i nośników kosztów, co pozwala określić koszty każdego działania w łańcuchu dostaw oraz dalszą analizę np. analizę rentowności produktu, dostawcy, klienta.

Żeby określić koszty łańcucha dostaw w przekroju działań, należy dogłębnie przeanalizować działania logistyczne i ich związek z kosztami opartymi na działaniach. Należy również uwzględnić działania ekologiczne i społeczne, aby zapewnić w realizowanych procesach odpowiednie wymogi środowiskowe*. Z pewnością system ABC umożliwi dokładne i transparentne rozpoznanie kosztów w całym łańcuchu dostaw.

* Jak pisze Tundys, zarządzanie zielonym łańcuchem dostaw obejmuje zamknięty cykl, który związany jest z projektowaniem, produkcją, opakowaniem, sprzedażą, użytkowaniem i recyklingiem, włączając w to procesy magazynowania, transportu i wymiany informacji. Autorka podkreśla, że wszystkie elementy powinny spełniać odpowiednie wymogi środowiskowe. W łańcuchach wyróżnia się: procesy zwrotne, ponowne użycie, wykorzystanie materiałów i produktów (por. Tundys 2015, s. 293).

Główne etapy dla zarządzania łańcuchami dostaw i ich powiązania zaprezentowano w tabeli 1.

Tabela 1. Główne etapy dla zarządzania łańcuchami dostaw i ich powiązania

Etapy	Krótki opis
1	2
Wybór odpowiedniego zespołu wdrożeniowego	jest jednym z najważniejszych kroków przy wdrażaniu systemu ABC. Członkowie zespołu powinni posiadać wiedzę specjalistyczną potrzebną do analizy informacji o kosztach każdego działania. Aby system ABC, a tym samym cały koszt łańcucha dostaw, był dobrze skalkulowany i transparenty, konieczne jest zaangażowanie i integracja wszystkich partnerów w łańcuchu dostaw. Skutki kalkulacji ABC wpływają bowiem na każdy obszar organizacji.
Analiza wykonywanych funkcji w łańcuchu dostaw	polega na określeniu głównych procesów w ramach funkcji logistycznych, takich jak np. zarządzanie zapasami, załadunek, magazynowanie, zamówienia, przetwarzanie, transport. Przykładowe procesy logistyczne wymieniane w literaturze przedmiotu to obsługa klienta, prognozowanie popytu, zarządzanie zapasami, pakowanie, zaopatrzenie, logistyka zwrotna, przepływ informacji, transport, magazynowanie.
Identyfikacja działań tworzących procesy	<p>polega na określeniu konkretnych działań zużywających zasoby (podział procesów na działania), działań biznesowych w ramach każdego procesu logistycznego. Podział każdego procesu logistycznego na możliwie jak najwięcej dobrze zdefiniowanych działań pozwala na lepszą analizę kosztów procesu. Określenie działań tworzących procesy wiąże się z definiowaniem konkretnych działań zużywających zasoby. Działanie jako kategoria rachunku kosztów działań, jest definiowane jako zbiór powtarzalnych, jednorodnych zdarzeń i czynności wykonywanych w celu realizacji określonej funkcji gospodarczej i powodujących powstanie kosztów (np. dostawa materiałów). Na temat każdego działania gromadzimy one są zarówno dane finansowe, jak i niefinansowe. Do podstawowych atrybutów każdego działania należą (Piechota 2005):</p> <ul style="list-style-type: none"> – określony nadawca – inicjator oraz odbiorca, który oczekuje efektu danego działania, – mierzalność działania, która jest związana z możliwością określenia jednostki miary i skwantyfikowania danego działania, – możliwość naturalnego określenia rodzaju struktur kosztowych, charakterystycznych dla elementarnego działania. <p>Ważne jest, aby działanie było mierzalne i żeby istniała możliwość naturalnego określenia rodzaju struktur kosztowych, charakterystycznych dla elementarnego działania. Łączny koszt działania określany jest poprzez przypisanie wszystkich wykorzystywanych przez dane działanie zasobów, na podstawie odpowiednich nośników kosztów zasobów (Miller 2000).</p>
Określenie zasobów zużywanych podczas wykonywania działań	obejmuje identyfikację zużywanych zasobów w realizacji działań i polega na określeniu, jakie zasoby są zużywane w realizacji działań. W zależności od działania i sposobu jego wykonywania w poszczególnych organizacjach wykorzystywane są różne rodzaje zasobów. Generalnie zasoby dzieli się na zasoby elastyczne i zasoby zaangażowane. Zasoby elastyczne jednostka nabywa w miarę zapotrzebowania, a zasoby zaangażowane – to zasoby, które jednostka nabyła w przeszłości, ale ich wielkość nie zawsze jest dostosowana do bieżącego zapotrzebowania (stąd koszty niewykorzystanych mocy produkcyjnych). Główne kategorie zasobów to: robocizna, materiały, obiekty, nieruchomości, inne rzeczowe aktywa trwałe i kapitał.

1	2
Określenie kosztów działań	polega na kalkulacji kosztów działań. Po zidentyfikowaniu zasobów dla każdego działania logistycznego należy określić koszt działań. Tradycyjna rachunkowość agreguje koszty tych zasobów na kontach księgowych dla celów sprawozdawczości finansowej. Niestety system ABC wymaga rozszerzenia informacji kosztowej i stworzenia osobnej bazy danych.
Przypisanie kosztów działań do wybranych obiektów kosztowych	obiektom kosztowym może być dowolny przedmiot odniesienia, którego koszty chce się poznać – np. wyrób gotowy, półprodukt, klient, kanał dystrybucji, obszar sprzedaży.
Analiza zwrotna informacji kosztowych ¹	szczególnie ważnym etapem w rachunku kosztów działań jest analiza informacji uzyskiwanych z systemu ABC (np. analiza danych kosztowych w odniesieniu do poszczególnych działań logistycznych) ² .

¹ Opis poszczególnych etapów wdrożenia ABC w łańcuchu dostaw opracowano na podstawie (Lin i in. 2001).

² Jak podkreśla A. Surowiec, należy rozpatrywać uzyskane informacje z perspektywy całkowitych kosztów łańcucha dostaw. Na przykład oszczędności osiągnięte poprzez wdrożenie nowej techniki magazynowania mogą skutkować równoczesnym wzrostem kosztów transportu czy kosztów utrzymania zapasów.

Na podstawie: Lin i in. 2001.

Szczególnie ważnym etapem w rachunku kosztów działań jest analiza informacji uzyskiwanych z systemu ABC (np. analiza danych kosztowych w odniesieniu do poszczególnych działań logistycznych). Należy pamiętać o tym, aby rozpatrywać uzyskane informacje z perspektywy całkowitych kosztów łańcucha dostaw. Z jednej strony dąży się do redukcji całkowitych kosztów logistycznych, ale poprzez uwzględnianie kompromisów na poziomie kosztów poszczególnych działań.

Przykładowe procesy i działania:

- proces gospodarka materiałowa – działania: zaopatrzenie w materiały, magazynowanie, wydawanie materiałów,
- proces produkcja – działania: przygotowanie produkcji, obsługa techniczna produkcji, kontrola produkcji,
- proces zbytu – działania: magazynowanie produktów, procedury sprzedaży i obsługi klientów (Czubakowska i in. 2007).

Przykładowe działania w GOZ to:

- utylizacja,
- przetworzenie,
- transport,
- działanie związane z odzyskiwaniem,
- działanie związane z zarządzaniem dostawami,
- działanie związane z kosztami regeneracji/przetworzenia,
- działanie związane z klasyfikacją odpadów.

4. Przykładowe procesy i działania uwzględniające koncepcję zrównoważonego rozwoju

A. Rudnicka (2011) omawia łańcuch dostaw na tle koncepcji rozwoju zrównoważonego i społecznej odpowiedzialności. Autorka przytacza definicje zamkniętego cyklu zarządzania łańcuchem dostaw (*Closed Loop Supply Chain Management*) i podaje przykłady podejścia do rozwoju zrównoważonego w łańcuchu dostaw*.

W ramach działania Projektowanie i rozwój produktu autorka wyróżniła – redukcję zużycia surowców, wybór właściwego dostawcy, stosowanie materiałów bardziej przyjaznych środowisku, poszukiwanie lokalnych alternatyw dla surowców, wykorzystywanie surowców z recyklingu, projektowanie produktów energooszczędnych, nisko kosztowych i wodooszczędnych, planowanie produktu dla recyklingu (Rudnicka 2011).

Proces zakupów – zakup materiałów lub proces zakupowy składający się z kilku działań (wybór niewłaściwego dostawcy może skutkować wysokimi kosztami, wybór dostawcy zapewniający realizację zrównoważonego rozwoju) obejmuje wszelkie działania związane z zarządzaniem dostawami.

Szczególnie ważnym działaniem w zarządzaniu łańcuchem dostaw jest wybór dostawcy. Aby zastosować koncepcję ABC należy zidentyfikować wszelkie działania związane z procesem wyboru dostawcy, uwzględnić kwestie środowiskowe i społeczne**. Generalnie wybór dostawcy wiąże się z przeglądem potencjalnych dostawców i kalkulacją kosztów. System ABC umożliwia identyfikację działań związanych z potencjalnymi dostawcami i stworzenie dla nich tzw. Listy działań.

Przykładowo koszty działań w organizacji związane z wyborem dostawcy mogą obejmować:

- koszty transakcji (przetwarzanie informacji poszukiwanie dostawców, negocjacje, koordynacja, kontrola),
- koszty działań odbiorcy wynikające ze współpracy z danym dostawcą np. .użyłizacja opakowań, bądź np. przychody ze sprzedaży opakowań,
- ekokontrolę dostawcy – czy ma się do czynienia z tzw. zielonym dostawcą,
- koszty działań związanych ze złymi dostawami – koszty zwrotów, napraw, roszczeń gwarancyjnych,

* Inne przykłady działań zgodnych z koncepcją zrównoważonego zarządzania łańcuchem dostaw wskazuje Kisperska-Moroń:

- zredukowanie opakowań oraz wprowadzenie konstrukcji wyrobów ułatwiających ponowne wykorzystanie (recykling);
- obniżenie kosztów ochrony zdrowia i zapewnienia bezpieczeństwa, zredukowanie kosztów fluktuacji i rekrutacji z powodu lepszego zabezpieczenia procesów magazynowania i transportu oraz polepszenia warunków pracy;
- obniżenie kosztów pracy poprawa jakości produktu oraz niższe koszty odpadów, będące rezultatem wdrożenia standardów ISO 14000 oraz konstrukcji wyrobów ułatwiającej demontaż i ponowne wykorzystanie (por. Kisperska-Moroń 2012).

** Pomocne może być wdrożenie systemu środowiskowej rachunkowości zarządczej.

- koszty utraconych korzyści – nadmierne magazynowanie zapasu materiałów, które nie będą wykorzystane,
- koszty przestoju z powodu braku materiałów.

Ujawnienie kosztów wymienionych działań wymaga przejrzystości dostawców* i weryfikowania przez zespoły ds. zrównoważonego rozwoju, musi być ciągła współpraca i wymiana informacji z dostawcami w celu transparentnej informacji kosztowej oraz samoświadomości i odpowiedzialności za swój własny łańcuch dystrybucyjny.

Inne przykładowe działania związane z dostawcami** : koszty wysyłki (działanie – wysyłka), koszty transakcji – zawieranie umowy, koszty koordynacji, dodatkowe koszty związane z niestandardowymi produktami, koszty usług posprzedażnych – świadczenie usług posprzedażnych, upusty cenowe, koszty udostępniania informacji o materiale, koszt zakupu, koszt utrzymania, koszt utylizacji, koszty związane z liczbą zwrotu produktów, koszty niezgodności, koszty opóźnień w dostawach, koszty zarządzania dostawami, koszty utylizacji opakowań, ograniczenie opakowań (wybór opakowań ekologicznych).

Na podstawie zidentyfikowanych działań tworzy się tzw. listę działań dla danego dostawcy i określa koszty z tym związane, „wyceniając również efekty niefinansowe” (np. materiał mniej szkodliwy dla środowiska – skutkuje to mniejszymi kosztami związanymi z zanieczyszczeniem środowiska). Przy wyborze dostawców należy również stosować kryteria ekologicznych i społeczne.

Przypisywanie kosztów do działań wynikających z decyzji o zakupie stanowi dodatkowe wyzwanie wyboru dostawcy (lista działań związanych z danym dostawcą). Dzięki analizie działań koszty dostawców są prezentowane i omawiane. Jeśli wycenimy poszczególne działania związane z poszczególnymi dostawcami możemy dokonać analizy porównawczej w celu wyboru najlepszego dostawcy.

Działania marketingowe – rzetelna informacja o pochodzeniu, składzie i wpływie na środowisko, stosowanie ekoetykiety, ekomarketing, wprowadzenie systemu odbioru produktów zużytych, rozszerzanie usług serwisowych – naprawa zamiast wymiany na nowe produkty (Rudnicka 2011).

* Ujawnianie danych kosztowych najczęściej określane jest w literaturze przedmiotu jako *open book accounting* lub *open books*. Najogólniej oznacza to otwarte księgi i dotyczy wymiany informacji kosztowych między dostawcami a nabywcami. OBA (*Open Booking Accounting*) to systematyczna wymiana informacji księgowych dotyczących zarządzania między niezależnymi partnerami biznesowymi poza granicami firmy, które w innym przypadku byłyby utrzymywane w tajemnicy. Ustanowienie procedur wymiany informacji jest postrzegane jako kluczowy czynnik sukcesu relacji nabywca–dostawca.

** Należy podkreślić, że katalog działań związanych z poszczególnymi dostawcami może być bardzo szeroki i jest uzależniony od danego przypadku.

5. Możliwości zastosowania ABC na przykładzie logistyki zwrotnej

Aby dokładnie poznać koszty w GOZ, można zastosować system ABC na poszczególnych jej etapach. Wydaje się, że **wycena działań umożliwi analizę porównawczą** oraz m.in. wybór najkorzystniejszych rozwiązań uwzględniających zasady GOZ z różnych alternatywnych możliwości.

Zgodnie z wymogami GOZ, przedsiębiorstwo dąży do obniżki konsumpcji zasobów, jednocześnie zmniejszając emisję odpadów na określoną jednostkę produkcji, tak aby osiągnąć bardziej efektywne cele zarządzania ekologicznego. Dlatego np. w rozliczaniu kosztów logistyki zwrotnej, aby dostosować się do wymagań GOZ, oszczędność zasobów i korzyści dla środowiska wynikające z planowania logistyki zwrotnej można postrzegać jako przychód.

System analizy przepływu wartości w GOZ dzieli wartość zasobów na efektywne ich wykorzystanie, utratę wartości odpadów, wartość szkód dla środowiska i wartość dodaną zasobów. Rozliczanie wartości przepływu zasobów bazuje na analizie przepływu materiałów, która identyfikuje wolumen wejść i wyjść w organizacji. Tym sposobem możliwe jest poszukiwanie rozwiązań dla poprawy efektywności wykorzystania zasobów i oszczędności energii.

Podsumowanie

Koncepcja GOZ zakłada minimalizację odpadów już na poziomie projektowania wyrobu, a następnie obejmuje kolejne fazy cyklu życia, aż do fazy przerobienia wyrobu lub ostatecznie recyklingu. Identyfikacja i transparentność kosztów na każdym z wymienionych etapów wydaje się być koniecznością. Stąd zastosowanie metody ABC jako najdokładniejszego systemu rozliczania kosztów jest zasadne. ABC ma na celu zdefiniować dane zregulowane w tradycyjnych rachunkach kosztów w postaci bardziej przydatnej dla podejmowania decyzji. Metoda ABC polega na powiązaniu zużycia zasobów z działaniami, a działań z obiektami kosztowymi, co pozwala na dokładniejsze przypisanie kosztów do obiektów kosztowych na podstawie stopnia wykorzystania działań. ABC może być stosowana w odniesieniu do sfery logistyki w celu lepszej identyfikacji kosztów związanych z każdym działaniem realizowanym między przedsiębiorstwem a jego dostawcami w celu kształtowania relacji z dostawcami i odbiorcami*.

* Zalety wykorzystania modelu ABC w łańcuchu dostaw omawia B. Śliwczyński (2006). Autor podkreśla, że ABC dostarcza informacji, koncentrując się na ich wykorzystaniu w zarządzaniu łańcuchem dostaw przedsiębiorstwa m.in. w zakresie: ustalania rzeczywistych kosztów łańcuchowych produktu oraz poszczególnych produktów procesów logistycznych, budżetowania działań logistyki, analizy rentowności działań logistycznych w centrach zysku (np. łańcuchach dostaw), eliminacji działań logistycznych nietworzących wartości, redukcji kosztów logistyki i ograniczaniu rozmiarów działań, pomiaru i doskonalenia systemu mierzenia oraz poprawie efektywności procesów i działań logistycznych, optymalizacji działań i przebudowie procesów, określenia wielkości i optymalizacji wykorzystania zasobów, identyfikacji czynników kosztotwórczych procesów logistycznych i ich istotności.

Ponadto ABC może pomóc w określeniu kosztów związanych z działaniami środowiskowymi, np.:

- umożliwia porównanie procesów produkcji z punktu widzenia stosowanych zasobów (surowców naturalnych, materiałów produkcyjnych w tym substancji niebezpiecznych itp.);
- umożliwia określenie kosztów działań unieszkodliwiania odpadów.

W konsekwencji może doprowadzić to z pewnością do obniżki kosztów operacyjnych oraz tzw. kosztów zewnętrznych.

Sama identyfikacja działań, rozpoznanie zużywanych zasobów podczas wykonywanych działań, wycena działań stwarzają ogromne możliwości w analizie i kalkulacji kosztów. Wdrożenie systemu ABC jest niewątpliwie pracochłonne i może stwarzać pewne problemy. Szczególnie trudny jest prawidłowy podział procesów gospodarczych na poszczególne działania traktowane jako przyczyny powstawania kosztów oraz dobór właściwych nośników kosztów działań i nośników kosztów zasobów. Należy również pamiętać o tym, aby dostosować istniejący system ewidencyjny rachunku kosztów do grupowania kosztów według działań i opracować odpowiedni system komputerowy, umożliwiający ewidencję kosztów w układzie działań.

Literatura

- Agndala, H. 2009. Ulf Nilsson Interorganizational cost management in the exchange process. *Management Accounting Research* 20.
- Czubakowska i in. 2007 – Czubakowska, K., Gabrusewicz, W. i Nowak, E. 2007. *Podstawy rachunkowości zarządczej*. Warszawa: PWE.
- International Federation of Accountants, *Environmental Management Accounting, International Guidance Document* August 2005.
- Kisperska-Moroń, D. 2012. Społeczna odpowiedzialność łańcuchów dostaw i ich systemów logistycznych (założenia koncepcyjne). *Logistyka* 4.
- Lin i in. 2001 – Lin, B., Collins, J. i Su, R.K. 2001. Supply chain costing: an activity-based perspective. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 31(10), s. 702–713. # MCB University Press, 0960-0035.
- Miller i in. 2000 – Miller, J.A., Pniewski, K. i Polakowski, M. 2000. *Zarządzanie kosztami działań*. Wydawnictwo WIG-Press, Warszawa.
- Piechota, R. 2005. *Projektowanie rachunku kosztów działań. Activity Based Costing*. Warszawa: Difin.
- Rudnicka, A. 2011. Rozwój zrównoważony w łańcuchach dostaw. *Acta Universitatis Lodzianis FOLIA OECONOMICA* 261.
- Surowiec, A. 2016. Rachunek kosztów działań jako jedna z metod zarządzania kosztami łańcucha dostaw. [W:] *Wyzwania w zarządzaniu kosztami i dokonaniach*. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*.
- Szadziewska, A. 2013. *Sprawozdawcze i zarządcze aspekty rachunkowości środowiskowej*. Gdańsk.
- Szychta, A. 2008. *Etapy ewolucji i kierunki integracji metod rachunkowości zarządczej*. Łódź.
- Śliwczyński, B. 2006. *Controlling w łańcuchu dostaw skutecznym narzędziem budowania przewagi konkurencyjnej*. Poznań, *logistyka.net.pl*, s. 255.
- Tundys, B. 2015. Zielony łańcuch dostaw w gospodarce o okrężnym obiegu – założenia, relacje, implikacje. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu Research Papers Of Wrocław University Of Economics* nr 383, s. 288–301.

ABSTRACTS

Anna BĄCZYK

CIRCULAR ECONOMY (CE) FINANCING IN POLAND IN THE NEW EU FINANCIAL PERSPECTIVE 2021–2027

ABSTRACT: Accelerating the transition to a green economy requires prudent but decisive measures to direct funding towards more sustainable production and consumption patterns. The European Commission (EC) envisages different types of funding, ranging from direct support to programmes mobilising private funds. The EC has also proposed new own resources in the EU budget. The chapter describes the main types of support and programme documents for CE in the 2021–2027 financial perspective. The general principles of using EU funds are analysed and financial programs dedicated to the development of CE in Poland are described. CE is being implemented worldwide as companies and governments increasingly recognize its potential to combat the root causes of climate change and other global challenges while generating new and better growth opportunities. As a solution with tremendous growth opportunities, its importance has become even more apparent in recent discussions about economic recovery from the COVID-19 pandemic. All financial aspects will be critical to the scale of the transition to a CE. Private sector investors, banks, and corporate finance departments, as well as governments and other public sector bodies have a key role to play. In addition to spawning new forms of green growth, CE is a key part of addressing climate change and other environmental, social and governance (ESG) issues.

KEYWORDS: CE, finance, EU policy

Anna BĄCZYK

PRODUCTIVITY AS ONE OF MEANS IN ACHIEVING OBJECTIVES OF CIRCULAR ECONOMY IN POLAND

ABSTRACT: In the context of sustainable development and global environmental changes, considering productivity is a key issue for the assessment and pace of change in the economy. Rational management of resources is the basis for achieving the objectives of the CE. It can be realized by inter alia promoting technological progress, organizational changes, job mobility, increased investment in R&D, the use of ICT, competition, and product market reforms.

The chapter describes the CE as a component of Polish productivity – it addresses resource use, energy intensity, waste management, recovery and recycling, energy consumption and energy efficiency, eco-innovation, eco-design, and access to raw materials for the economy.

Successful implementation of CE and increasing the productivity of the economy will depend primarily on awareness and openness to the challenges of the future civilization. Environmental and waste education is important in this respect. Efforts will be of no use without an active consumer who properly manages resources and waste. The key is to change the perception of used products – not as waste, but as raw materials/resources.

Entrepreneurs in Poland are faced with many tasks: designing to extend product life cycles, changing attitudes towards secondary raw materials, using certified raw materials, adapting to climate change, considering environmental footprint, searching for innovation, opening to new materials, technologies, increasing energy efficiency and maintaining competitiveness.

KEYWORDS: productivity, investment, resource efficiency

Stanisław JAROSZ, Mateusz MALINOWSKI, Jakub GŁOWACKI, Klaudia TOMASZEK,
Magdalena D. VAVERKOVA, Alžbeta MAXIANOVA

FOOD WASTE AND THE CIRCULAR ECONOMY

ABSTRACT: In many highly developed countries, the problem of food wastage appears, which is caused by factors such as poor planning of purchases, production exceeding the needs and ineffective production processes in which a significant amount of food is lost. Each year, around 1/3 of the amount of food produced (about 1.3 billion tons of food) is wasted across the globe, which would be enough to provide food for 2 billion people. In the European Union alone, around 89 million tonnes of food are wasted each year. Statistically, each EU citizen wastes around 180 kg of food annually, of which the largest share in this ranking concerns households. The aim of this chapter is to present the issues of food waste from the perspective of current domestic and foreign research, as well as to propose a system of indicators that can measure the progress of transformation towards CE in terms of reducing food waste. The text is supplemented with a comparative analysis of the behavior of students from Poland and the Czech Republic in the field of food waste management.

KEYWORDS: food waste, CE, behavior of students

Joanna KULCZYCKA, Paulina HARAIZIN

CIRCULAR ECONOMY IN THE REGIONAL STRATEGIES IN POLAND – SURVEY RESEARCH

ABSTRACT: This study investigates the role and importance of the regional authorities in the process of promoting and supporting a CE. A review of the regional development strategies has been carried out and interviews with the representatives of the Marshal's Office have been conducted to identify challenges, barriers and benefits of the CE. Research has shown that at the regional level, there are no specific documents and strategies dedicated exclusively to a CE. However, in the development strategies of the Polish voivodeships, a CE and circular-related supporting actions are indicated as priority areas. Nevertheless, answers provided in the survey have confirmed that the main challenge and barrier for CE implementation are low public awareness and competence gap. On the other hand, respondents see many benefits and opportunities resulting from implementation of a CE model. Therefore, at this stage, appropriate education of the society, promotion of circular and sustainable practices as well as creating favourable conditions for the development of innovative technologies and new business models will determine the positive and successful transformation towards CE.

KEYWORDS: CE strategies, regions, policy

Paulina HARAIZIN, Joanna KULCZYCKA, Ewa KOPEĆ

STRUCTURING THE AGGREGATE INDEXES FOR ASSESSMENT OF TRANSFORMATION TOWARDS A CIRCULAR ECONOMY FOR THE REGIONS IN POLAND – A PROPOSAL

ABSTRACT: The CE plays a significant role in the policy of the European Union. The development of a CE is a very complex issue as it involves environmental, economic and social aspects. Therefore, measuring the progress of the implementation of the circular practices may be a challenge. The aim of this study is to develop the method for assessing the CE transition in the regions of Poland with the application of a multivariate analysis, using available statistical data for 2015 and 2019, taking into account selected indicators within the oto-GOZ Project and their expected trend. Two synthetic measures (the aggregated indexes per capita and per GDP) of CE development have been determined for individual Polish voivodeships. On this basis, they were ranked and their CE implementation level in the analysed period was assessed. The analysis has shown that industrial and mining regions have lower scores compared to these focusing on agriculture and tourism. Moreover, voivodeships that would require additional actions in the analysed areas to enable a smooth transition to a CE have been identified. The developed ranking and method may be used to create new regional development strategies and indicate the priority areas in terms of circularity.

KEYWORDS: CE indicators, CE index ranking

Agnieszka NOWACZEK, Joanna KULCZYCKA, Adam USTRZYCKI

ASSESSMENT OF THE RANK OF INDICATORS OF THE CIRCULAR ECONOMY IN THE FIELD OF SUSTAINABLE PRODUCTION – RESULTS OF PILOT STUDIES

ABSTRACT: The chapter presents the results of the pilot studies conducted on the monitoring indicators of CE in Poland in the field of sustainable production. The results of the assessment of the rank of indicators in particular groups, ie: environmental, economic and socio-innovative indicators, are presented. The analysis of sectoral differentiation has revealed many interesting phenomena that should be verified in the course of subsequent nationwide research. It is worth noting that the study included both indicators that can be monitored due to the availability of data and postulated indicators such as the environmental and carbon footprint indicators. Currently, there is no CE reporting standard for business, which makes non-financial reporting difficult. Many Polish companies do not conduct such reporting because they do not have appropriate guidelines that could be followed. Lack of knowledge and failure to comply with current standards (legal and environmental requirements) are a big barrier in monitoring CE in Polish business. The indicators used in the pilot study were developed in consultation with many experts, scientists, representatives of the working group (KIS GOZ) and representatives of key sectors of the Polish economy for CE. The proposed set of indicators is subject to further nationwide research, while the conducted pilot program allows for the verification and improvement of the proposed indicators so as to assess the transformation of the Polish industry in the best possible way. Monitoring CE in the Polish economy is a difficult task, but by developing and verifying circular economy indicators adapted to various sectors, it is possible to develop tools allowing for the implementation of the CE concept in Polish companies.

KEYWORDS: circular economy monitoring, indicators, transformation

Agnieszka NOWACZEK, Joanna KULCZYCKA, Adam USTRZYCKI

CIRCULAR ECONOMY MONITORING INDICATORS AS ASSESSED BY ENTREPRENEURS

ABSTRACT: The implementation of CE principles is a challenge for the Polish industry both in the areas of investment decisions and organizational activities. It is important to set goals and courses of action as well as to establish indicators. Monitoring the activities of CE requires consideration of issues related to the purchased materials, their impact on the environment, the effectiveness of the production process itself, as well as the stage of use and final waste management. CE is an assessment of environmental as well as economic and socio-innovative aspects. The chapter presents the results of research on the prospects and trends in the perception of CE indicators in selected industries in Poland. The analysis allowed for the development of initial guidelines, which may be assumptions for further research or hypotheses subject to verification on a national scale. All the analyzed indicators were considered by the majority of the respondents as prospective and characterized by an upward trend. The sectors that see the highest development potential related to the introduction of the CE are the metal and energy industries. The construction and recycling companies perceive the least potential. It is important that, in the opinion of recycling companies, the potential related to CE turned out to be the lowest, despite the fact that this sector should be most interested in implementing CE. A big challenge in the conducted research was to include a much wider range of activities in CE than just waste management. The research focus on waste management only is a barrier to implementing holistic business models that require looking at business throughout the value chain. In the near future, the implementation of CE should be fostered by the development of new technologies, and above all, the dissemination of activities and innovative circular solutions.

KEYWORDS: circular economy indicators, trends, business model

Agnieszka GENEROWICZ, Joanna KULCZYCKA

CIRCULAR ECONOMY IN KRAKÓW – CHALLENGES, BARRIERS AND BENEFITS

ABSTRACT: The CE is a challenge to the consumptive lifestyle and the depleting environmental resources. Its aim will be to create a living environment based on the rational and sustainable use of resources and raw materials – both natural and recyclable. Cities and agglomerations where it is necessary to diagnose material and energy flows that constitute the potential for the construction and development of CE are a perfect place for creating circular structures and systems.

The aim of the chapter is to present the possibilities and opportunities for the development of a CE for the city of Kraków. One of the most important challenges for this project is the development of a tool for continuous monitoring of mass, energy and information flows of the system creating a uniform structure and giving measurable benefits.

The developed research methodology consisted in integrating the activities of all municipal structures and units, defining the flows of mass, energy and information, and then indicating the possibilities and tools of communication between them.

As part of the developed tool, it was possible to indicate barriers and benefits for the development of CE in the city. The main barriers are social and understanding the necessity of a CE and achieving benefits for the inhabitants, the city and the entire region. On the other hand, the benefit will be the real functioning of the system, enabling the closing of loops and the use of as much waste and energy as possible at the level of the entire city.

KEYWORDS: CE, city, Kraków

Agnieszka GENEROWICZ, Monika CHMIELEWSKA, Aneta DOROSZ, Henryk KULTYS,
Marek KABACIŃSKI

IMPLEMENTATION OF THE METABOLIC RATE OF THE CITY OF KRAKÓW AS PART OF MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT AND ENERGY DERIVED FROM IT

ABSTRACT: The waste management system in the Municipality of Kraków is a model example of strategic planning and implementation of the CE. The goal is to ensure that all elements of the system work together so that the circulation of raw materials and products produced within this area of the city's functioning is closed. In order to implement effective measures, the entry and exit processes from the system should be identified within the SWOT analysis and through the prism of the city's metabolic rate. As a result, we will get a better, more structured look at the directions of CE. The aim of the study is to present the possibilities and benefits of implementing a CE in Kraków, mainly taking into account municipal waste management. The challenge for the developing waste management system is the increasing amount and diversification of the municipal waste stream, resulting from the increased consumption of highly developed societies. The barriers to the development of the system are still the quality of secondary raw materials obtained „at the source” and the lack of a smooth transition between the recovery and recycling processes, causing problems with the sale and processing of the obtained fractions. The benefits, however, are still higher than barriers and challenges and should be considered not only in terms of technology, but also social and environmental. These include: recovery of raw material fractions and closing the circulation of materials, energy and information, social awareness and reducing pressure on the natural environment.

KEYWORDS: CE, city, SWOT, Kraków

Agnieszka GENEROWICZ, Tadeusz TRZMIEL, Janusz MAZUR, Radosław JĘDRUSIAK, Witold ŚMIAŁEK, Grzegorz OSTRZOŁEK, Joanna KULCZYCKA

CIRCULAR ECONOMY STRATEGY FOR KRAKOWSKI HOLDING KOMUNALNY SA AS AN ELEMENT OF THE CITY'S CIRCULARITY

ABSTRACT: CE model is a model of economic development in which, while maintaining the efficiency condition – assumptions regarding the maximization of the added value of raw materials/resources, materials and products or minimizing the amount of waste generated, while managing them in accordance with the hierarchy how to deal with them. The use of CE requires indicators of its functioning that indicate the right course of action. Krakowski Holding Komunalny SA in Kraków (KHK SA) is a model solution of a capital group associating municipal companies and an operator of a large thermal waste treatment installation. Thanks to this, it was possible to gradually develop a CE model at the enterprise and partially urban area level. The purpose of this chapter is to discuss the possibilities of implementing the CE strategy in KHK by 2030. The developed methodology allowed to identify the areas of activity within which the flows of mass and energy were defined, both for the sustainable production and consumption planes. The result of the research was the definition of a CE strategy for the company, which identified challenges and barriers to the development of circularity. The challenge for the company is to achieve energy self-sufficiency and to increase the scale of management of waste (residual waste) and natural resources as well as energy towards their recovery and recycling within the production value chain. On the other hand, the barrier is the closing of the circulation and full management of post-production waste and sewage, and the benefits are: obtaining clean energy and heat for the city of Kraków and reducing the pressure on the environment in cooperation with other units of the Municipality of Kraków, the scientific community and the inhabitants of Kraków.

KEYWORDS: CE, Kraków, municipal waste, indicator

Ryszard UBERMAN

PROCEDURES LEADING TO ACQUIREMENT OF MINERAL RAW MATERIALS FROM ANTHROPOGENIC DEPOSITS AS A COMPONENT OF CIRCULAR ECONOMY (CE)

ABSTRACT: The CE assumes that waste either resulting from current operations or previously accumulated shall be utilized in full again. Therefore, it is important not only to identify and classify existing waste deposits but also to determine ones with a potential to become important sources of raw materials. In this chapter an importance of secondary mineral raw materials sources for economy was demonstrated as well as sources of its acquirement were characterized. Related legal procedures aiming at exploitation of mineral waste deposits were formally defined and similar facilities falling outside definition of mineral waste deposits were discussed. It was indicated that particularity of mineral waste must be recognized here. A need to prepare an equivalent of a geological documentation as well as of a plan for mineral waste lifting and processing was underlined.

For the sake of a clear terminology applied it was recommended to incorporate terms of “anthropogenic mineral resources” and “anthropogenic mineral deposit” as an appropriate adjustment to the existing regulation. In summary a recommended legal framework to regulate acquirement of mineral waste, recognizing particularities of such processes, was presented

KEYWORDS: mineral resources, mineral recycled raw materials, mineral waste, anthropogenic mineral deposits, anthropogenic deposits, legal regulations and procedures.

Sylvia SIERACKA

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF BUSINESS-UNIVERSITY COOPERATION ON THE BASED ON THE BIO-PHARMACEUTICAL SECTOR IN THE VUCA WORLD

ABSTRACT: Virtualization is one of the CE model. New technologies used on the increasing scale and networking of the economy influence on development of the impact of various forms of communication and competitiveness on a global scale. The world of VUCA brings with it a number of new global challenges which are becoming more and more difficult to predict. In the study analysis of the literature on the subject was used and own research conducted aimed at developing a model of cooperation between science and business, taking account of development into new technologies. The subject of changing market conditions was discussed, i.e. an increase in R&D expenditure, and importance of usage IT tools in production and purchasing processes, changes in the ownership structure and formation of new connections, increased customer (enterprise) requirements and development of a CE (virtualization and bioeconomy).

KEYWORDS: virtualization, cooperation, business, university, new technologies

Bogusława BEK-GAIK

APPLICATION OF THE ACTIVITY BASED COSTING IN THE CIRCULAR ECONOMY

ABSTRACT: Besides social, environmental, legal and technological conditions related to the process of waste generation and management, the economic aspect is also extremely important. Its complexity and multidimensionality requires that it be analyzed from various perspectives, including the product life-cycle and stakeholders in its various stages, functions and methods of calculating waste management services price and the method of measurement and scope of costs of the waste management process, taking into account the various methods of waste handling. In accordance to the requirements of a CE, the company must reduce the consumption of resources and decrease waste emissions at the same time in order to achieve more effective environmental management objectives.

The chapter discusses the possibilities of applying the ABC concept in CE and the use of ABC for accounting for environmental costs. The identification of activities, recognition of resources consumed when performed activities, valuation of activities create great opportunities in the analysis and calculation of costs.

The implementation of the ABC system is undoubtedly time-consuming and may cause some problems. It is particularly difficult to correctly divide economic processes into individual activities treated as causes of costs and the selection of appropriate carriers activity costs and resource cost drivers. Also to remember to adapt individual existing cost accounting system to grouping costs by activities and to develop an appropriate computer system, enabling the recording of costs in a system of activities

KEYWORDS: ABC concept, management, accounting system

IGSMiE PAN – Wydawnictwo, Kraków 2021

Nakład 25 egz.

Objętość ark. wyd. 17,47; ark. druk. 24,5 (×8)

Druk i oprawa: Drukarnia Eikon Plus

ul. Wybickiego 46, 31-302 Kraków

