

**ARKADIUSZ KAMIŃSKI**Polski Koncern Naftowy ORLEN S.A., email: [arkadiusz.kaminski@orlen.pl](mailto:arkadiusz.kaminski@orlen.pl)**WPLYW GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM  
NA DZIAŁALNOŚĆ RAFINERII**

*Gospodarka o obiegu zamkniętym staje się faktem. Będzie miała wpływ na wszystkie sektory w tym również na rafinerie ropy naftowej. Staną one przed koniecznością zmiany modeli biznesowych i układów technologicznych. Z jednej strony gospodarka o obiegu zamkniętym oferuje potencjał i możliwości oraz nowe innowacyjne technologie a z drugiej konsekwencje wprowadzania zmian. W związku ze zmianami w ustawodawstwie wzrasta zainteresowanie sektorów gospodarką odpadami w celu zmniejszenia ilości wydobywanych surowców. Chemiczny recykling może stanowić istotne źródło wsadu i energii dla rafinerii oraz być przykładem praktycznego wdrażania zasad zrównoważonego rozwoju i gospodarki o obiegu zamkniętym.*

**Słowa kluczowe:** gospodarka obiegu zamkniętego, rafinerie, gospodarka odpadami, paliwa, odnawialne źródło energii, wsady produktowe

**I. WSTĘP**

Gospodarka o obiegu zamkniętym (GOZ, ang. *circular economy*) to jeden z ważnych tematów diskutowanych obecnie przez ekspertów, przedsiębiorców, naukowców, ekonomistów czy przedstawicieli obszaru usług środowiskowych. Wiele osób zadaje sobie pytanie czy jest to trend, idea, koncepcja, strategia, plan, czy wdrażana na świecie praktyka biznesowa i gospodarcza. Według dostępnych informacji [Kulczycka 2017, 2019, Kulczycka i in. 2017, Karwacka 2017, Ellen MacArthur Foundation 2015a, Ellen MacArthur Foundation 2015b, Parlament Europejski 2019; Global Fashion Agenda] GOZ jest obecna w piśmiennictwie od końca lat 60. XX w. Pojęcie *Circular Fashion* pojawiło się w 2014 r. i obecnie jest to jedna z najpopularniejszych koncepcji zrównoważonego rozwoju w modzie (zobowiązanie Global Fashion Agenda's 2020 *Circular Fashion System Commitment* podpisało 90 modowych marek). Do GOZ nawiązywały sformułowania „statek kosmiczny Ziemia” (1960), „zapasy do przetworzenia” (1966), *The Closing Circle* (1971), *closed-loop economy* (1981) [Kulczycka 2019]. GOZ to idea, w której wyszczególniono powiązanie pomiędzy poziomem rozwoju technologicznego, ekosystemem i ekonomią. GOZ to koncepcja minimalizacji wykorzystania surowców, maksymalizacji wykorzystania odpadów – (gospodarka cyrkularna, innowacyjna, efektywna z niskim stopniem emisji i odpadów). GOZ jest również elementem strategii Europejskiego Zielonego Ładu (ang. *European Green Deal*), osiągnięcia neutralności klimatycznej. GOZ to plan, w którym określono 54 środki służące „zamknięciu obiegu” cyklu życia produktów: od produkcji i konsumpcji do gospodarki odpadami i rynku surowców wtórnych w zakresie 5 sektorów priorytetowych.

W literaturze naukowej funkcjonuje ponad 200 definicji gospodarki o obiegu zamkniętym, przy czym większość z nich została doprecyzowana w ostatnich pięciu latach [Kulczycka 2019]. Ewaluacja pojęcia postępowała wraz z rosnącą świadomością w zakresie ochrony środowiska, normami, oczekiwaniami i rozwojem technologii. Od lat 60. XX w. przez strategię rozcieńczania, filtrowania, recykling odpadów, zrównoważony rozwój, ideę czystszej produkcji (zamknięte obiegi), strategię zarządzania środowiskowego (ISO 14001, EMAS), zarządzanie cyklem życia produktu, zintegrowaną strategię zarządzania środowiskowego, aż do 2004 r., gdzie możemy mówić o prewencyjnym systemie zarządzania środowiskowego, bezpośrednio wynikającego z dyrektywy IPPC. Uwzględniając te elementy dziś gospodarka obiegu zamkniętego to również legislacja, prawo, globalny model gospodarczy, to konieczność, żeby chronić naszą planetę dla przyszłych pokoleń a produkty, materiały oraz surowce powinny pozostawać cały czas w obiegu gospodarczym. Oznacza to, że produkty powinny być tak projektowane i produkowane, aby minimalizować wytwarzanie odpadów oraz poszukiwać alternatyw dla ich ponownego zagospodarowania, jako surowców wtórnych. Gospodarka o obiegu zamkniętym jest ideą uwzględniającą wszystkie etapy cyklu życia produktu: projektowanie, produkcję, konsumpcję, zbieranie odpadów i powtórne ich zagospodarowanie. Jednak wdrażanie i udoskonalenie jej zasad nastąpiło dopiero na początku XXI w.

Według definicji GOZ przyjętej w UE (przyjętej w 2014 r. i rozszerzonej w 2015 r.) gospodarka obiegu zamkniętego, to taka, gdzie wartość produktów, materiałów i zasobów w gospodarce jest utrzymywana tak długo, jak to możliwe, a wytwarzanie odpadów ograniczone do minimum [European Commission 2014, 2015]. W 2017 r. BSI (ang. *British Standards Institution*) wydał pierwszą normę GOZ BS 8001:2017 – *Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations*. Celem tego dokumentu jest pomoc we wdrażaniu zasad GOZ, ale i zrównoważonego rozwoju w zakresie zasad produkcji, przekształcenia modeli biznesowych. W Polsce zdefiniowano GOZ w dokumencie „Mapa drogowa transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym”, przyjętym przez Radę Ministrów we wrześniu 2019 r., jako koncepcję, w której wartość produktów, materiałów oraz surowców powinna pozostawać w obiegu tak długo, jak jest to możliwe, a wytwarzanie odpadów powinno być jak najbardziej zminimalizowane [Kulczycka 2019, Projekt Rady Ministrów 2019].

Do priorytetów Polski w ramach GOZ zaliczono:

- Innowacyjność, wzmocnienie współpracy pomiędzy przemysłem i sektorem nauki,
- Stworzenie europejskiego rynku na surowce wtórne, na którym łatwiejszy byłby ich przepływ,
- Zapewnienie wysokiej jakości surowców wtórnych, które wynikają ze zrównoważonej produkcji i konsumpcji,
- Rozwój sektora usług.

Mapa drogowa dla Polski w szczególności określa pięć obszarów priorytetowych (Zrównoważona produkcja przemysłowa, Zrównoważona konsumpcja, Biogospodarka, Nowe modele biznesowe, Wdrażanie i monitorowanie). Propozycje działań w tych podobszarach przedstawia tabela (tab. 1) [Projekt Rady Ministrów 2019].

Gospodarka o obiegu zamkniętym to strategia rozwoju gospodarki, która umożliwia wzrost dobrobytu przy jednoczesnym zmniejszeniu oraz optymalizacji zużycia zasobów. Oznacza ona dla sektora przedsiębiorstw:

- Ponowne wykorzystanie materiałów,
- Przedłużanie żywotności produktów,
- Wykorzystanie potencjału w strumieniu odpadów i w konsekwencji głębokie przekształcenie łańcuchów produkcji i konsumpcji,
- Stworzenie nowej, wysoko innowacyjnej linii biznesowej.

**Tabela 1 – Table 1**

Kluczowe działania w obszarze zrównoważonej produkcji przemysłowej [Projekt Rady Ministrów 2019]  
 Key actions in the field of sustainable industrial production [Draft decision of Council of Ministers 2019]

<b>Podobszar</b> <i>Sub-area</i>	<b>Propozycje działań</b> <i>Action proposals</i>	<b>Kalendarz</b> <i>Calendar</i>
Odpady przemysłowe <i>Industrial waste</i>	Analiza potencjału i propozycja zmian legislacyjnych zwiększających gospodarcze wykorzystanie ubocznych produktów spalania (UPS) / <i>Analysis of the potential and proposed legislative changes increasing the economic use of combustion by-products (UPS)</i>	2020–2021
	Studium wykonalności utworzenia platformy rynku surowców wtórnych / <i>Feasibility study for the creation of a secondary raw materials market</i>	2021
	Analiza potencjału i wykonalności otwierania hałd odpadów przemysłowych / <i>Analysis of the potential and feasibility of opening heaps of industrial waste</i>	2021–2022
Rozszerzona odpowiedzialność producenta <i>Extended producer responsibility</i>	Przegląd regulacji dotyczących opakowań, pojazdów wycofanych z eksploatacji, zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego, opon oraz baterii i akumulatorów, jak również propozycja niezbędnych zmian zwiększających realizację GOZ w polskim prawodawstwie, a także dostosowanie polskich przepisów do wymagań prawa UE / <i>Review of regulations on packaging, decommissioned vehicles, electrical and electronic waste, tires, batteries and accumulators, as well as a proposal of necessary changes increasing the implementation of circular economy in Polish legislation, as well as adapting Polish regulations to the requirements of EU law</i>	2019–2021
	Analiza mocnych i słabych stron oraz szans i zagrożeń w zakresie kontroli i sprawozdawczości w ramach rozszerzonej odpowiedzialności producenta, a także opracowanie propozycji wyeliminowania nieprawidłowości / <i>Analysis of strengths and weaknesses as well as opportunities and threats in the scope of control and reporting under extended producer responsibility, as well as developing a proposal to eliminate irregularities</i>	2019–2021
	Kampania informacyjna na temat korzyści, jakie wynikają dla wizerunku przedsiębiorcy ze stosowania rozszerzonej odpowiedzialności producenta / <i>Information campaign on the benefits for the image of the entrepreneur from the use of extended producer responsibility</i>	2021–2022
Ślad Środowiskowy <i>Environmental print</i>	Opracowanie i udostępnienie materiałów informacyjno-edukacyjnych dla przedsiębiorstw / <i>Development and providing of information and educational materials for enterprises</i>	2019–2020

GOZ obejmuje również sektor rafineryjny i będzie miała na niego istotny wpływ. Celem artykułu była analiza wybranych informacji dotyczących gospodarki obiegu zamkniętego, powiązanie zagadnienia z problematyką odpadową, oraz określenie możliwości jego zastosowania w zakładach rafineryjnych.

## II. METODA PRACY

Opracowanie jest artykułem przeglądowym, opartym na studium problemu i analizie wybranego piśmiennictwa, w tym aktów prawnych i netografii. Podjęto próbę wyjaśnienia i genezy zjawiska gospodarki o obiegu zamkniętym. Wskazano na kluczowe determinanty jej wprowadzania na świecie, w Unii Europejskiej oraz w Polsce. Niewątpliwie związana ona jest z zagospodarowaniem odpadów, szczególnie komunalnych. W tym celu przeanalizowano dane dostępne w zakresie funkcjonowania systemu gospodarki odpadami komunalnymi (GUS, Eurostat). Przedstawiono co w tym zakresie już robią zakłady rafineryjne oraz w jakich kierunkach mogą podążać w celu przejścia na gospodarkę niskoemisyjną aby osiągnąć neutralność klimatyczną.

## III. WYNIKI

### *Kluczowe determinanty wprowadzenia GOZ*

Skok w rozwoju gospodarki i populacji spowodował nadmierne zużywanie globalnych zasobów w tempie przekraczającym możliwości regeneracyjne naszej planety. Przez ostatnie 50 lat światowa populacja podwoiła się, a wskaźnik urbanizacji wzrósł o 50%, co wpłynęło na skokowy wzrost globalnego zużycia materiałów, zarówno w ujęciu jednostkowym, jak i całej planety. W konsekwencji, obecnie konsumowanych jest 1,6 razy więcej zasobów, niż pozwalają na to możliwości regeneracyjne Ziemi [Deloitte 2018]. Jak wynika ze statystyk i badań naukowych [Oberle i in. 2019], w latach 1970–2017 roczne światowe wydobycie surowców potroiło się i nadal wzrasta. Każdego roku wydobywamy około 60 miliardów ton surowców, co w przeliczeniu daje aż 22 kg na osobę dziennie. Na świecie wytwarzanych jest ponad 11 miliardów ton odpadów rocznie [Material Economics 2018]. Jak wynika z obrad *The International Resource Panel* (2019 r.), ponad 90% utraty bioróżnorodności oraz deficytu wody spowodowane jest właśnie wydobywaniem i przetwarzaniem zasobów.

Unia Europejska jest zależna od importu paliw kopalnych. Jej zależność od importu nośników energii wzrosła z około 40% zapotrzebowania brutto w 1990 r. do 53,6% w 2016 r. UE importuje 87,8% ropy naftowej i 70,4% gazu ziemnego. Polska importuje jedynie 30,3% nośników energii [Eurostat]. Zużycie materiałów w Polsce jest rekordowo wysokie na tle krajów UE, a wynika to głównie z wydobycia kopalin. Jesteśmy w unijnej czołówce pod względem zużycia materiałów. Obecnie większe niż Polska zużycie materiałów w UE mają tylko siedmio- i pięciokrotnie większe gospodarki Niemiec i Francji. W 2017 r. zużyliśmy 19 ton na osobę – 40% więcej od średniej unijnej. Wydobycie krajowe odpowiada za blisko 3/4 zużycia w Unii i ponad 80% w Polsce. Nasz kraj ma znacząco wyższy udział rud metali w imporcie surowców i mniejszy paliw kopalnych [Eurostat, GUS].

Prognozy Organizacji Narodów Zjednoczonych (na podstawie *Food and Agriculture Organization* (FAO) i *World Water Council*) zakładają, że do 2050 r. liczba ludności na świecie wzrośnie o 1/3, co przełoży się na tempo przenoszenia się do miast oraz 50% wzrost zapotrzebowania na wodę i energię w tym okresie. Według Raportu Ellen MacArthur Foundation [Ellen MacArthur Foundation 2017] miasta będą odgrywały kluczową rolę, jako motory światowej gospodarki. Około 54% światowej populacji żyje w obszarach miejskich, a miasta stanowią 85% światowej produkcji PKB. Miasta są również miejscami kumulowania materiałów i składników odżywczych, odpowiedzialnymi za 75% zużycia zasobów naturalnych, 50% światowej produkcji odpadów i 60%–80% emisji gazów cieplarnianych.

Należy zwrócić uwagę również na inne determinanty wprowadzenia gospodarki obiegu zamkniętego, jak straty ekonomiczne i strukturalne, ryzyka cenowe, ryzyka niedoboru dostaw, degradację środowiska naturalnego, możliwości i tempo rozwoju technologicznego

oraz ekspansję alternatywnych modeli biznesowych [Ellen MacArthur Foundation 2015]. Gospodarka światowa w 2019 r. była tylko w około 9% recykularna [Wit 2019].

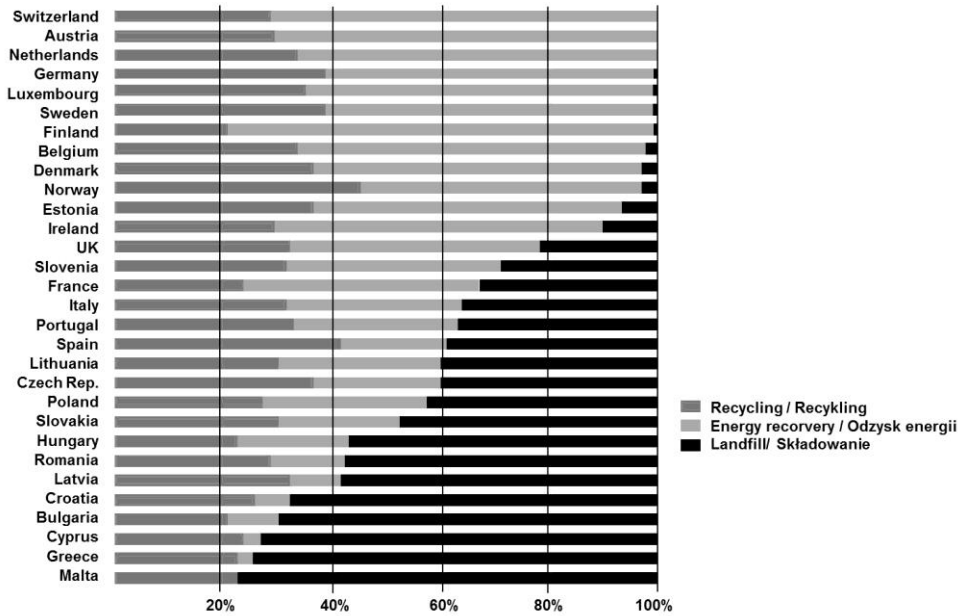
### **GOZ a odpady**

Przeciętny obywatel UE generuje rocznie 486 kg odpadów. W Polsce jest to około 315 kg/per capita. W UE wskaźnik recyklingu odpadów komunalnych wynosi 46,4% podczas, gdy w Polsce jest to wartość na poziomie 33,8%. Z wytworzonych w Polsce w 2018 r. 12,5 mln ton odpadów komunalnych, selektywnie zebrano 3,7 mln ton (30%), odpadów zmieszanych [Parlament Europejski 2019]. Zebrano zatem 8,8 mln t (70%) z czego dostępnych jest 5,0 mln t/rok jako frakcji do przetworzenia. Można z nich uzyskać: 0,71 mln ton/rok surowca rafineryjno-petrochemicznego lub 2200 GWh energii elektrycznej. Jest to obecnie niewykorzystany potencjał. W Polsce z zebranych oraz odebranych w 2018 r. odpadów komunalnych 7,1 mln ton przeznaczono do odzysku (co, stanowi 57% odpadów komunalnych wytworzonych), z tego do recyklingu przeznaczono 3,3 mln ton (26%), do przekształcenia termicznego z odzyskiem energii 2,8 mln ton (23%), do biologicznych procesów przetwarzania (kompostowania lub fermentacji) został skierowany 1,0 mln ton (8%). Do procesów unieszkodliwienia skierowano łącznie 5,4 mln ton, z czego 5,2 mln ton (ok. 42% odpadów komunalnych wytworzonych) przeznaczono do składowania, a pozostałe 0,2 mln ton (około 2% wytworzenia) do unieszkodliwienia poprzez przekształcenie termiczne bez odzysku energii. Wśród odpadów wytworzonych dominują zmieszane odpady komunalne. W 2018 r. ich ilość wynosiła 8,9 mln ton, czyli 71% wszystkich wytworzonych odpadów komunalnych. Odpady zmieszane stanowią główny strumień odpadów wymagających unieszkodliwienia poprzez składowanie. Udział tego procesu postępowania z odpadami jest wciąż wysoki. W 2018 r. osiągnął on wartość 41,6% (w 2017 r. – 41,8%) [GUS].

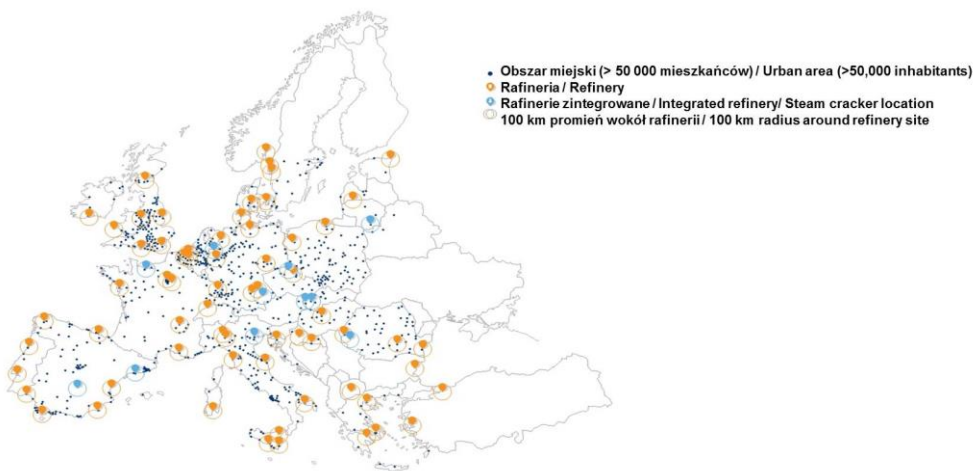
Produkcja tworzyw sztucznych gwałtownie wzrosła w ciągu zaledwie kilku dziesięcioleci z 1,5 mln ton w 1950 r. do 322 mln ton w 2015 r. na całym świecie. Wraz z nią wzrosła też ilość odpadów z tworzyw sztucznych. W Europie najczęstszym sposobem unieszkodliwienia odpadów z tworzyw sztucznych jest odzyskiwanie energii, a następnym w kolejności składowanie odpadów. 30% wszystkich wytworzonych odpadów z tworzyw sztucznych jest zbieranych w celu recyklingu, którego poziom jest różny w poszczególnych krajach (rys. 1). Połowę tworzyw sztucznych zebranych w celu recyklingu wywozi się do krajów spoza UE. Przyczyny wywozu to m.in. brak zdolności, technologii lub zasobów finansowych potrzebnych do przetwarzania odpadów na miejscu. Niski poziom recyklingu tworzyw sztucznych w UE oznacza duże straty dla gospodarki i środowiska. Szacuje się, że dla gospodarki strata wartości opakowań z tworzyw sztucznych po krótkim okresie pierwszego wykorzystania wynosi 95%. Co roku produkcja i spalanie tworzyw sztucznych przyczynia się w skali światowej do emisji około 400 mln ton CO<sub>2</sub>, których części można by uniknąć dzięki usprawnieniu recyklingu [Plastic Europe 2019]. Uwzględniając kluczową rolę miast w przyszłości, ich rozwój oraz odpady generowane odpady, można postawić tezę o zagospodarowaniu tych odpadów w rafineriach, jako surowca wsadowego, co może przełożyć się również na realizację planów UE dla gospodarki zero emisyjnej, która przewiduje 65% recykling odpadów do 2035 r [European Council].

Jak wynika z dokumentu [Fuels Europe 2018] wiele rafinerii jest zintegrowanych i znajduje się w promieniu około 100 km od miast z większą liczbą mieszkańców, niż 50 000 (rys. 2). Taka konfiguracja może stanowić przyszłość dla zapewnienia wsadu do rafineryjnych zakładów produkcyjnych [Kamiński 2019]. Te wsady z kolei mogą posłużyć do wytwarzania niskoemisyjnych paliw (ang. *low carbon fuels*) zarówno na ścieżce od ropy do paliwa (ang. *crude to fuel*), jak również od odpadów do paliwa (ang. *waste to fuel*), czy od bioodpadów do

paliwa (ang. *bio waste to fuel*), oraz od odpadów mineralnych do paliwa (ang. *mineral waste to fuel*) z uwzględnieniem w cyklu wytwarzania różnych rodzajów odpadów w procesach rafineryjnych i *coprocessingu*. Pozwolą one na wykorzystanie, jako surowca wsadowego do tych procesów, np. przemysłowych odpadów żywnościowych, biomasy drzewnej, biomasy innej niż drzewna (frakcja podsitowa, trawy gałęzie), tworzyw sztucznych, zużytych smarów, zużytych opon, odzyskanych paliw stałych, komunalnych odpadów stałych i innych [Kamiński 2019].



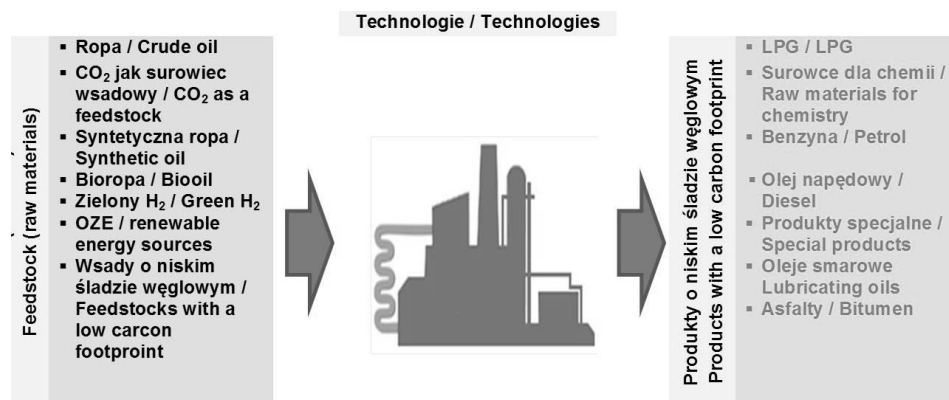
**Rys. 1.** Kierunek zagospodarowania odpadów wg krajów [Plastic Europe]  
**Fig.1.** The waste management direction by country [Plastic Europe]



**Rys. 2.** Usytuowanie rafinerii ropy i dużych obszarów miejskich w Europie [Fuels Europe 2018]  
**Fig. 2.** Location of the oil refineries and large urban areas in Europe [Fuels Europe 2018]

### GOZ w rafineriach

Rafineria ropy naftowej to zakład przemysłowy, element łańcucha dostaw (rys. 3), przetwarzający ropę naftową na różne produkty, głównie paliwa (benzynę, olej napędowy, olej opałowy), oleje smarowe, parafinę, smary, asfalty, węglowodory nienasycone i inne (takie, jak podstawowe surowce do syntez chemicznych). Przy rafineriach istnieją często oddziały produkujące polimery i rozpuszczalniki organiczne. Zmieniająca się legislacja prawna ma ogromne znaczenie dla przemysłu rafineryjnego i ponoszenie przez niego dodatkowych kosztów w zakresie dostosowania, ale i wprowadzenia działań wyprzedzających i rozwojowych. Takim wyzwaniem dla rafinerii jest GOZ [Casey 2020].



Rys. 3. Wizja nowoczesnej rafinerii [Kamiński 2019]

Fig. 3. The vision of a modern refinery [Kamiński 2019]

Rafinerie już dziś podejmują wiele działań mając na uwadze, jak ważnym elementem w GOZ będzie ślad węglowy, czy środowiskowy oraz analiza cyklu życia produktów m.in. w zakresie poprawy efektywności energetycznej, co miało istotny wpływ na poprawę bilansów, lepsze wykorzystanie energii, zwiększenie konwersji i zmniejszenie oddziaływania na środowisko. Poszczególne rafinerie EU stopniowo zaczęły wykorzystywać więcej energii (w tym zielonej z OZE) z powodu zmieniającego się popytu na rynku, ale i ze względu na fakt zwiększonej złożoności rafinerii (rozbudowa o jednostki dostosowujące np. do wymogów ochrony środowiska) w celu wyprodukowania bardziej wysublimowanego produktu na rynek zgodnie z oczekiwaniami specyfikacji wynikających z rygorystycznego prawa w tym zakresie. Spowodowało to większą wydajność operacji rafineryjnych. W rafineriach prowadzony jest odzysk ciepła odpadowego, ograniczając w ten sposób emisję gazów, w tym CO<sub>2</sub>, efektywnie gospodarując zasobami. W rafineriach realizowane są również działania w kierunku zamykania obiegów wodnych, budowane instalacje oczyszczania spalin, z których powstaje nowy produkt tzw. gips syntetyczny, wykorzystywany w budownictwie, czy regenerowane oleje przepracowane w kierunku baz olejów smarowych.

GOZ poprzez odzysk surowców do produkcji rafineryjno-petrochemicznej jest szansą na zmniejszenie zależności od kopalin i poprawę bezpieczeństwa energetycznego. Aby zwiększyć swoje marże w okresie przejściowym, rafinerie muszą zwiększyć wykorzystanie alternatywnych surowców i przejść na większą produkcję petrochemiczną. Wraz z tym posunięciem coraz większa liczba rafinerii zwraca się w kierunku technologii recyklingu odpadów, aby zapewnić zrównoważony surowiec.

Rafinerie planują wykorzystać istniejące instalacje rafineryjne do realizacji procesu współwodornienia, czyli wprowadzeniu olejów roślinnych lub zużytych tłuszczów na instalacje równoległe z frakcjami ropy. Dzięki temu uzyskiwany olej napędowy zawiera biokomponent HVO (uwodorniony olej roślinny). Będzie uzupełniał stosowane dotychczas w oleju napędowym estry, które nadal będą wykorzystywane, aż do granicy przewidzianej normami jakości paliwa. W rafineriach budowane są samodzielne instalacje produkcyjne HVO, instalacje do produkcji bioetanolu z surowców celulozowych. Analizowane są technologie pozwalające na pozyskanie biokomponentów zaawansowanych, szczególnie wykorzystania surowców odpadowych do produkcji paliw odnawialnych, które wpisuje się w szerszy trend domykania obiegu surowców w gospodarce oraz możliwości, jakie oferują technologie recyklingu odpadów, w tym potencjał recyklingu chemicznego. Technologie odzysku CO<sub>2</sub> zwiększają efektywność wykorzystania zasobów rafinerii i zmniejszają ślad węglowy produktów odnawialnych w całym ich cyklu życia.

#### IV. PODSUMOWANIE

Według *Study on modelling of the economic and environmental impacts of raw material consumption* szacuje się, że przejście na GOZ przyniesie europejskim przedsiębiorstwom 600 mld euro oszczędności, przyczyni się do zredukowania odpadów oraz emisji gazów cieplarnianych o 2–4% rocznie, powstania w UE 2 mln nowych miejsc pracy. W myśl opracowania Deloitte redukcja zużycia materiałów i energii o zaledwie 1% daje szansę na uzyskanie 19,5 mld wartości dodanej dla polskiej gospodarki. W samym sektorze chemicznym szacuje się ją na około 4 mld. Według raportu *The Circular Economy and Benefits for Society* Polska zwiększając udział OZE w miksie energetycznym do 50%, jednocześnie podnosząc wydajność energetyczną (o 25% w porównaniu do 2010 r.) i wydajność materiałową (podwojenie obecnego tempa wzrostu wydajności materiałowej), a także zastępując 50% surowców pierwotnych surowcami wtórnymi i dwukrotnie zwiększając czas użytkowania produktów - wpłynie na obniżenie emisji CO<sub>2</sub> o 70% do 2030 r., i poprawi bilans handlowy o 2% PKB. Nastąpi również wzrost liczby miejsc pracy w sektorze biopaliw.

GOZ stanowi jeden z fundamentów europejskiej polityki gospodarczej i środowiskowej w ramach Nowego Zielonego Ładu, a „Mapa drogowa transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym” jest jednym z kluczowych projektów „Strategii na rzecz odpowiedzialnego rozwoju”. Funkcjonowanie GOZ jest zmianą zasadniczą i wymaga zaangażowania wielu stron: biznesu, nauki społeczeństwa i finansów oraz włączeniu interesariuszy w promowanie nowych modeli rozwoju uwzględniając unikalne lokalne aspekty społeczne. Zmianie surowców dla rafinerii musi i będzie towarzyszyć zmiana w technologii. Oznacza to przejście do bardziej innowacyjnych procesów, które będą koncentrować się na maksymalnym wykorzystaniu surowca oraz częściowym jego zastąpieniu (redukcja zapotrzebowania na paliwa kopalne i zmniejszenie zależności od nich) przez surowiec z odpadów a nowoczesne technologie recyklingu pomogą zastosować tę koncepcję w sektorze rafineryjnym. Pomogą one wytworzyć i wprowadzić na rynek produkty z udziałem substancji odzyskanych i z recyklingu, które wpłyną na poprawę marży poprzez pozyskanie i stosowanie tańszego surowca dla rafinerii i petrochemii. GOZ może przyczynić się do pozytywnego wpływu na środowisko naturalne poprzez wprowadzenie nowych metod przetwarzania odpadów tworzyw sztucznych, które doprowadzą do zmniejszenia ilości odpadów z tworzyw sztucznych i zmniejszenia emisji, spowodowanych ich spalaniem. Obecnie brak jest informacji na temat kosztów związanych ze zmianą modeli gospodarczych wprowadzeniem nowych technologii oraz wskaźników by monitorować wprowadzane zmiany, umożliwiając porównanie z innymi gospodarkami lub pomiędzy różnymi firmami.



## BIBLIOGRAFIA

1. Casey S. 2020. Waste recycling: an opportunity for refiners? World Refining Association. [dok. elektr. <https://www.digitalrefining.com/article/1002493/waste-recycling-an-opportunity-for-refiners#.X7-Z31VKguU>. data wejścia 7.12.2020].
2. Deloitte. 2018. Zamknięty obieg – otwarte możliwości, perspektywy rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym w Polsce. [dok. elektr. <https://www2.deloitte.com/pl/pl/pages/zarzadzania-procesami-i-strategiczne/articles/innowacje/raport-zamkniety-obieg-otwarte-mozliwosci.html>. data wejścia 8.12.2020].
3. Ellen MacArthur Foundation. 2015a. Delivering the circular economy a toolkit for policymakers. Why the circular economy matters. [dok. elektr. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/delivering-the-circular-economy-a-toolkit-for-policymakers>. dostęp 5.12.2020].
4. Ellen MacArthur Foundation. 2015b. Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: biznesowe uzasadnienie przyspieszonej zmiany. [dok. elektr. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/PL-Towards-a-Circular-Economy-Business-Rationale-for-an-Accelerated-Transition-v.1.5.1.pdf>. dostęp: 5.12.2020].
5. Ellen MacArthur Foundation. 2017. Achieving Growth Within. Systemic SUN Institute.
6. European Commission. 2014. Study on modelling of the economic and environmental impacts of raw material consumption. DOI: 10.2779/74169.
7. European Commission. 2014. Circular economy: Some definitions. [dok. elektr. <http://www.circular.academy/circular-economy-some-definitions/>. data wejścia 8.12.2020].
8. European Commission. 2015. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy. [dok. elektr. [http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1:0012\\_03/DOC\\_1&format=HT-ML&lang=EN&parentUm=COM:2015:614:FIN](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1:0012_03/DOC_1&format=HT-ML&lang=EN&parentUm=COM:2015:614:FIN). data wejścia 8.12.2020].
9. European Council. Climate change: Council adopts EU long-term strategy for submission to the UNFCCC. [dok. elektr. <https://www.consilium.europa.eu/pl/press/press-releases/2020/03/05/climate-change-council-adopts-eu-long-term-strategy-for-submission-to-the-unfccc>. data wejścia 8.12.2020].
10. Eurostat. Circular economy - Overview. [dok. elektr. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy>. data wejścia 5.12.2020].
11. Fuels Europe. 2018. Vision 2050. A pathway for the evolution of the refining industry and liquid fuels. [data wejścia 8.12.2020].
12. Global Fashion Agenda. [dok. elektr. <https://globalfashionagenda.com/commitment>. data wejścia 8.12.2020].
13. GUS 2020. [dok. elektr. <https://stat.gov.pl/>. data wejścia 5.12.2020].
14. Kamiński A. 2019. Wizja rozwoju rafinerii do 2050 r. Przemysł Chemiczny 6. DOI: 10.15199/62.2019.6.1.
15. Karwacka M. 2017. Raport. Gospodarka obiegu zamkniętego - Biznes i konsument na ścieżce zmiany. Koalicja na Rzecz Gospodarki Obiegu Zamkniętego RECONOMY. Warszawa 2017. [dok. elektr. [www.reconomy.pl](http://www.reconomy.pl). data wejścia 5.12.2020].
16. Kulczycka J. (red.). 2017. W kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym - Perspektywa miast, Małopolska Szkoła Administracji Publicznej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie. Kraków. ISBN: 978-83-89410-38-2.
17. Kulczycka J. (red.). 2019. Gospodarka o obiegu zamkniętym w polityce i badaniach naukowych, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i energią Polskiej Akademii Nauk. Kraków. ISBN 978-83-955544-5-2. ISBN 978-83-956380-0-8.

18. Kulczycka J., Nowaczek A., Smol M., Avdiushchenko A., Hausner J. 2017. Gospodarka o obiegu zamkniętym - znajomość i akceptacja założeń wśród mieszkańców Małopolski. *Aura*. 10. 17-19.
19. Material Economics. 2018. The Circular Economy a Powerful Force for Climate Mitigation. Transformative innovation for prosperous and low-carbon industry. [dok. elektr. <https://materialeconomics.com/publications/the-circular-economy-a-powerful-force-for-climate-mitigation-1>. data wejścia 7.12.2020].
20. Oberle B., Bringezu S., Hatfield-Dodds S., Hellweg S., Schandl H., Clement J. 2019. Global Resources Outlook 2019. Natural Resources for the Future We Want. United Nations Environment Programme. International Resource Panel (2019). ISBN: 978-92-807-3741-7 DTI/2226/NA UNEP 252.
21. Parlament Europejski. 2018. Gospodarka o obiegu zamkniętym: Definicja, znaczenie i korzyści. [dok. elektr. [https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/economy/201512\\_01ST\\_005603/gospodarka-o-obiegu-zamknietym-definicja-znaczenie-i-korzysci](https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/economy/201512_01ST_005603/gospodarka-o-obiegu-zamknietym-definicja-znaczenie-i-korzysci). data wejścia 7.12. 2020].
22. Parlament Europejski. 2019. Odpady z tworzyw sztucznych i recykling w UE: fakty i liczby. [dok. elektr. <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/priorities/gospodarka-o-obiegu-zamknietym/20181212STO21610/odpady-z-tworzyw-sztucznych-i-recykling-w-ue-fakty-i-liczby>. data wejścia 5.12. 2020].
23. Plastic Europe. 2019. Tworzywa sztuczne – Fakty [dok. elektr. [https://www.plasticseurope.org/download\\_file/force/3270/521](https://www.plasticseurope.org/download_file/force/3270/521). data wejścia 7.12. 2020].
24. Projekt Rady Ministrów. 2019. Mapa drogowa transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym.
25. Wijkman A., Skånberg K. 2016. The Circular Economy and Benefits for Society, Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable energy and Resource Efficiency. Club of Rome. 2015. [dok. elektr. <https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/the-circular-economy-czech-republic-and-poland.pdf>. data wejścia 7.12.2020].
26. Wit M., Verstraeten-Jochensen J., Hoogzaad J., Kubbinga B. 2019. The Circularity Gap. European Circular Economy. The Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE), [dok. elektr. [https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/circularity\\_gap\\_report\\_2019.pdf](https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/circularity_gap_report_2019.pdf). data wejścia 5.12.2020].

## THE IMPACT OF A CIRCULAR ECONOMY ON THE ACTIVITY OF THE REFINERY

### Summary

*The circular economy becomes a reality. It will affect all sectors of the economy, including oil refineries. Refineries will face the necessity to change business models and technological systems. On the one site, the circular economy offers potential and opportunities and new innovative technologies, and on the other site, the consequences of introducing changes. Due to changes in legislation, sectors are increasingly interested in waste management in order to reduce the amount of extracted raw materials. Chemical recycling can be an important source of input and energy for refineries and an example of the practical implementation of the principles of sustainable development and the circular economy.*

**Key words:** circular economy, refineries, waste management, fuels, renewable energy sources, feedstocks