

Konrad Staniszewski[✉], Zuzanna Lehmann

Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania, Instytut Logistyki,
Koło Naukowe „Logistyka”

Balans pomiędzy stabilnością a ekologią – odporność i zrównoważenie łańcucha dostaw w sektorze paliwowym

Balancing sustainability, ecology-resilience and sustainability of the fuel supply chain

Synopsis. Zmiany w gospodarce i rosnące wymagania dotyczące zrównoważonego rozwoju stawiają wiele wyzwań. Głównym założeniem jest pogodzenie stabilności operacyjnej z regulacjami ekologicznymi i oczekiwaniami społecznymi. Realizacja działań operacyjnych w łańcuchach dostaw jest możliwa jedynie przy zbalansowaniu w systemach realizacji celów odporności oraz zrównoważenia praktyk. Same łańcuchy dostaw są skomplikowane, wynika to chociażby z różnorodnych sytuacji geopolitycznych, zasięgu oraz wpływu na środowisko. Celem niniejszego opracowania było wskazanie kierunków i wyzwań związanych z wdrażaniem zrównoważonego rozwoju oraz perspektywy integracji zrównoważonych i odpornych łańcuchów dostaw w sektorze paliwowym. W ramach badania przeprowadzono wywiad z dyrektorem generalnym Polskiej Organizacji Gazu Płynnego, a także analizę raportów branżowych w celu wyznaczenia prognozy kierunku rozwoju strategii logistycznych i zarządzania ryzykiem. Efektem będzie wskazanie kierunków rozwoju rynku paliwowego, wśród których wyróżnić można wdrożenie nowoczesnych rozwiązań paliw alternatywnych opartych na biopaliwach.

Słowa kluczowe: zrównoważony rozwój, sektor paliwowy, łańcuchy dostaw, odporne łańcuchy dostaw, zrównoważone łańcuchy dostaw, paliwa alternatywne, Europejski Zielony Ład

[✉] **Konrad Staniszewski** – Koło Naukowe „Logistyka”, Instytut Logistyki, Wydział Inżynierii Zarządzania, Politechnika Poznańska; e-mail: konradstaniszewski@student.put.poznan.pl

Zuzanna Lehmann – Koło Naukowe „Logistyka”, Instytut Logistyki, Wydział Inżynierii Zarządzania, Politechnika Poznańska; e-mail: zuzannalehmann@student.put.poznan.pl

Abstract. Changes in the economy and increasing demands for sustainability pose many challenges. The main one is to reconcile operational sustainability with green regulations and societal expectations. The implementation of operational activities in supply chains is only possible with the balance of achieving resilience goals and sustainable practices in systems. Supply chains themselves are characterized by strong complexity. This is due, for example, to a variety of geopolitical situations, coverage, and environmental impacts. The aim of the article was to indicate directions for development, challenges related to implementation, and prospects for the integration of sustainable and resilient supply chains in the fuel sector. The study included an interview with the CEO of POGP Group, as well as an analysis of industry reports to forecast the direction of logistics and risk management strategies. The study will identify directions for the development of the fuel market based on data analysis, including the implementation of modern alternative fuel solutions based on biofuels.

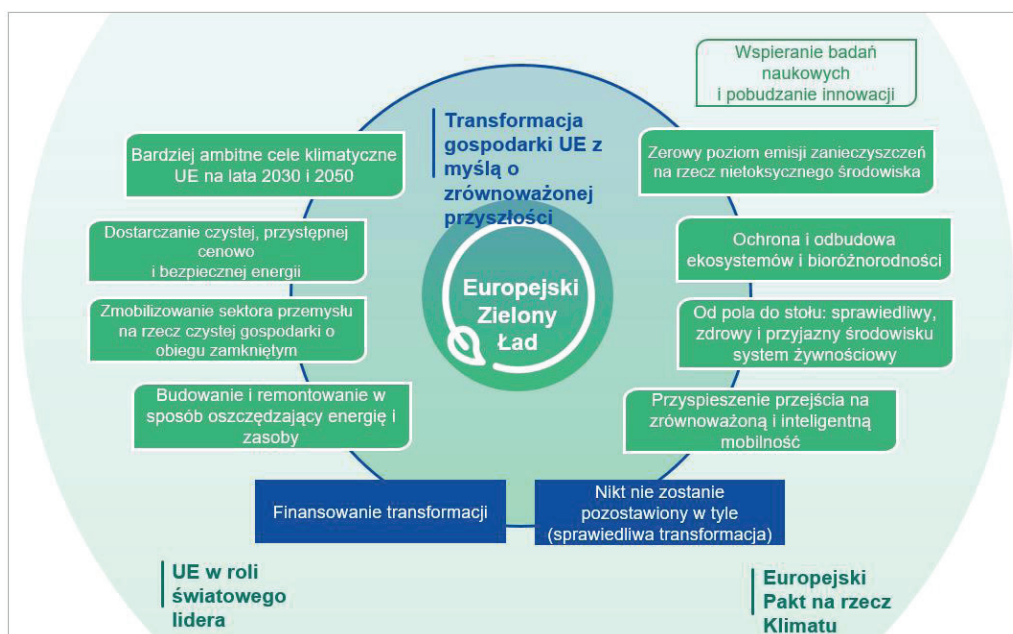
Keywords: sustainability, fuel sector, supply chains, resilient supply chains, sustainable supply chains, alternative fuels, European Green Deal

Kody JEL: Q37, Q52, Q59

Wprowadzenie

Państwa członkowskie Unii Europejskiej, w tym Polska, zbliżają się do kluczowej daty w ramach realizacji założeń Agendy 2030. Rok 2030 wiąże się z weryfikacją realizacji siedemnastu celów Zrównoważonego Rozwoju (ZR, ang. Sustainable Development Goals – SDG) [ONZ 2015]. Jednym z kluczowych elementów współczesnej logistyki jest tworzenie funkcjonujących zgodnie z założeniami łańcuchów dostaw. Przedsiębiorstwa muszą dostosować swoje łańcuchy dostaw do wymagań dyrektywnych Unii oraz uwarunkowań prawnych w Polsce. Tworzenie zrównoważonych łańcuchów dostaw staje się kluczowym wyzwaniem współczesnej logistyki. Obecnie obowiązującym dokumentem stanowiącym podstawę wprowadzania założeń zrównoważonego rozwoju jest Europejski Zielony Ład (European Green Deal – EGD) [Nowicka 2020]. Osiągnięcie założeń EGD jest kluczowym czynnikiem branym pod uwagę przy budowie kanałów dostaw (rys. 1).

Kolejnym ważnym aspektem wpływającym na funkcjonowanie łańcuchów dostaw jest niestabilna sytuacja geopolityczna. W ostatniej dekadzie gwałtownie zwiększyła się liczba niepokoju międzynarodowych oraz wewnętrznych, co równocześnie stwarza nowe wyzwania w procesie zarządzania łańcuchami dostaw. Przykładem wpływu wzrostu liczby obszarów konfliktowych na łańcuchy dostaw jest sytuacja w cieśninach Kanału Sueskiego. Kanałem przepływa rocznie 17 tys. statków, co stanowi ok. 10% światowego handlu. Wojna palestyńsko-izraelska spowodowała zagrożenie zerwania ciągłości łańcuchów w cieśninie Bab al-Mandab, czyli w Bramie Łez, gdzie atakowane są przepływające statki. Sytuacja ta spowodowała konieczność przekierowania dróg transportowych, które obecnie wiodą przez Przylądek Dobrej Nadziei [Wojciechowska 2023]. Pokazuje to, jak ważne jest budowanie odpornych łańcuchów dostaw dla ich sprawnego funkcjonowania.



Rysunek 1. Założenia Europejskiego Zielonego Ładu

Figure 1. Assumptions of the European Green Deal

Źródło: [Komisja Europejska 2015]

Source: [Komisja Europejska 2015]

Branża paliwowa stanowi strategiczny element funkcjonowania narodowych i światowych systemów gospodarczych i jest jednocześnie branżą szczególnie wrażliwą w kontekście działań zmierzających do osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju. Konieczność redukcji emisji CO₂ do zera wywiera ogromny wpływ na funkcjonowanie przedsiębiorstw paliwowych i nacisk na poszukiwanie alternatywnych form produktów paliwowych nieemitujących dwutlenku węgla. Przykładem może być Grupa Kapitałowa Anwim, w przypadku której wydobywanie oraz eksploatacja paliw kopalnych odpowiada za 99,7% emisji całej organizacji [Połetek 2024].

Celem artykułu było wskazanie kierunków rozwoju i wyzwań związanych z wdrażaniem założeń SDG oraz perspektyw integracji zrównoważonych i odpornych łańcuchów dostaw w sektorze paliwowym. Realizacja celu oparta została na przeglądzie literatury wraz z analizą wyników badań empirycznych. W badaniu połączono dwie techniki: wywiadu oraz analizy danych wtórnych.

Materiał i metody

Metoda badawcza zastosowana w niniejszej pracy polegała na wywiadzie indywidualnym (badaniu jakościowym przeprowadzonym w formie rozmowy z jednym respondentem [Żelazo 2013]) z Bartoszem Kwiatkowskim, dyrektorem regionalnym Polskiej Organizacji Gazu Płynnego, oraz analizie danych wtórnych. W artykule zostały wykorzystane raporty branżowe firm z sektora paliwowego. W wywiadzie natomiast zostały zadane następujące pytania:

1. Jakie są obecnie największe wyzwania dla paliwowych łańcuchów dostaw związane ze zrównoważonym rozwojem?
2. Jakie rozwiązania wdrażają członkowie POGP, aby realizować założenia zrównoważonego rozwoju?
3. W raportach POGP znaleźć można informację na temat paliw alternatywnych – które z nich promuje organizacja?
4. Czy wykorzystanie paliw odnawialnych, tj. eter dimetylowy (DME), umożliwi przedsiębiorstwom paliwowym budowę zrównoważonego łańcucha dostaw?
5. W jaki sposób tak strategiczna dla systemów gospodarczych państw branża jest narażona na przerwanie łańcucha dostaw?
6. Czy istnieje możliwość budowy odpornego łańcucha dostaw w branży paliwowej?

Wywiad indywidualny został przeprowadzony z respondentem aktywnie zaangażowanym w tworzenie paliwowych łańcuchów dostaw i posiadającym rozległą wiedzę w tej kwestii, co wniosło wysoką wartość merytoryczną do przeprowadzonych badań. Wywiad opierał się na korespondencji mailowej, w ramach której respondent odpowiedział na dwa zestawy pytań związanych odpowiednio z rezyliencją łańcucha dostaw oraz zrównoważeniem sektora paliwowego. Zebrane odpowiedzi porównano z danymi dostępnymi w raportach branżowych oraz źródłach literaturowych, co pozwoliło na sformułowanie kompleksowych wniosków.

Wykorzystanie metody wywiadu oraz przeglądu źródeł umożliwia triangulację metod badawczych, co zwiększa jakość otrzymanych wyników oraz ich przystępność dla sektora paliwowego.

Przegląd literatury

Pojęcie zrównoważonego rozwoju

Początki koncepcji zrównoważonego rozwoju sięgają lat 60. ubiegłego wieku. Główną przyczyną jej powstania była obawa dotycząca nadmiernej eksploatacji surowców naturalnych przy zwiększonym wzroście demograficznym. Kluczową publikacją, która wprowadziła pojęcie zrównoważonego rozwoju, był raport [Brundtland 1987]. W dokumencie tym zdefiniowano pojęcie zrównoważonego rozwoju jako „rozwój, który zaspokaja potrzeby obecnego pokolenia, nie ograniczając możliwości przyszłych pokoleń do zaspokojenia ich własnych potrzeb”. Na początku XXI w. organizacja UNESCO stworzyła raport, w którym zawarła obowiązującą we współczesnej polityce międzynarodowej definicję: „rozwój, który równoważy obecny dobrobyt ludzi i postęp gospodarczy z ochroną zasobów i integralnością ekologiczną” [UNESCO 2005].

W idei zrównoważonego rozwoju oraz towarzyszącej jej koncepcji triple bottom line (TBL) wyróżnia się trzy filary: środowiskowy, gospodarczy i społeczny. Są one równorzędne i tylko ich integralny rozwój prowadzi do realizacji ZR. W ocenie czynnika środowiskowego uwzględnia się zmiany klimatyczne oraz ochronę zasobów planety. W podejściu gospodarczym przewiduje się stworzenie przedsiębiorstwom różnego rodzaju przestrzeni do maksymalnie szybkiego rozwoju, któremu towarzyszy odpowiedzialna konsumpcja i wykorzystywanie zasobów. Aspektem społecznym jest równowaga i sprawiedliwość dla ludzi przy pełnym poszanowaniu ich praw [Velenturf i Purnell 2021].

Możliwe jest wyszczególnienie okresów, kiedy zrównoważony rozwój stał się kluczowym pojęciem związanym z globalizacją w świadomości ludzi. Przełom nastąpił pod koniec XX wieku, przede wszystkim za sprawą opublikowanego w 1987 roku raportu zatytułowanego „Nasza wspólna przyszłość” [Brundtland 1987] oraz konferencji ONZ „Szczyt Ziemi”, która odbyła się w Rio de Janeiro w 1992 roku. W opublikowanej podczas tej konferencji Agendzie 21 podkreślono, że „Działania na rzecz zrównoważonego rozwoju muszą odbywać się na poziomie lokalnym, krajowym i międzynarodowym, a ich skuteczność będzie zależała od zaangażowania rządów, organizacji międzynarodowych, sektora prywatnego oraz społeczeństwa obywatelskiego. Każdy z tych podmiotów ma do odegrania kluczową rolę w procesie transformacji ku zrównoważonemu rozwojowi” (ONZ 1992). Pierwsze 15 lat kolejnego wieku było kluczowe z powodu rozwoju tej idei, powiększonej o zasięg lokalny i, co najważniejsze, unijny. Michael Jacobs, publikując w 1992 roku pracę o tytule „Sustainable Development as a Contested Concept” postawił tezę, że zrównoważony rozwój jest różnorodnie interpretowany i postrzegany bardziej jako ideologia i koncept polityczny. Publikacja ta stała się punktem zwrotnym w procesie normalizacji zagadnienia ZR. Pełna harmonizacja norm i regulacji nastąpiła w 2015 roku wraz z ogłoszeniem Agendy 2030 [ONZ 2015]. ONZ przyjęło w niej aż 17 głównych celów rozwoju (SDG – rys. 2).



Rysunek 2. Cele zrównoważonego rozwoju wg Agendy 2030

Figure 2. Sustainability Development Goals

Źródło: [Ministerstwo Rozwoju i Technologii 2019]

Source: [Ministerstwo Rozwoju i Technologii 2019]

- Skupiając się na aspekcie gospodarczym, można wyróżnić spośród nich cztery punkty:
- 8. „Promowanie trwałego, włączającego i zrównoważonego wzrostu gospodarczego, pełnej i produktywniej pracy oraz godnej pracy dla wszystkich” – punkt ten odnosi się do inkluzywnego rozwoju gospodarczego, opartego na zapewnieniu efektywnej pracy.
 - 9. „Budowa odpornej infrastruktury, promowanie zrównoważonego przemysłu oraz wspieranie innowacji” – podkreśla znaczenie innowacji i promocji uprzemysłowienia zgodnie z głównymi filarami zrównoważonego rozwoju.

- 10. „Zapewnienie zrównoważonego wzorca konsumpcji i produkcji” – wprowadza potrzebę systemowej zmiany z gospodarki modeli linearnych do systemu obiegu zamkniętego.
- 11. „Wzmocnienie środków realizacji i ożywienie globalnego partnerstwa na rzecz zrównoważonego rozwoju” – podkreśla znaczenie szerszego i globalnego partnerstwa w celu wdrożenia również pozostałych celów.

Implementacja celów zrównoważonego rozwoju zależy od czynników politycznych, społecznych, moralnych, technologicznych, ekonomicznych oraz ekologicznych. Velenturf i Purnell [2021] podzielili ją na etapy: pierwszym jest zrównoważenie trzech płaszczyzn (triple bottom line), jedynie część wspólna dla każdej z nich wskazuje na ZR. Kolejnym etapem jest osadzenie wszystkich celów w określonym środowisku, a ostatnim – odejście od granic wszystkich celów i zdefiniowanie systemu jako narzędzia, aby można było utrzymać dobrostan społeczny. Każde przedsiębiorstwo pragnące przyczynić się do realizacji idei zrównoważonego rozwoju powinno planować swoje strategie tak, by uwzględnić czynniki ekologiczne, społeczne i gospodarcze [Velenturf i Purnell 2021].

Zrównoważony rozwój w sektorze paliwowym obejmuje głównie zrównoważenie potrzeb energetycznych społeczeństwa przy zachowaniu dbałości o surowce naturalne. Działania podejmowane w kierunku budowy zrównoważonych łańcuchów dostaw różnią się w zależności od poziomów i ogniw. Producenci paliw i rafinerie szukają alternatywnych technologii umożliwiających rezygnację z paliw kopalnianych, a jednocześnie poszczególne podmioty minimalizują swój ślad węglowy oraz emisję CO₂ w każdym procesie zachodzącym w łańcuchu dostaw. W aspekcie społecznym podejmowane są działania pozwalające zapewnić bezpieczeństwo energetyczne przy budowaniu pełnej świadomości odbiorców. W aspekcie gospodarczym natomiast inwestycje oraz procesy uwzględniają wszelkie normy i regulacje związane ze zrównoważonymi łańcuchami dostaw.

Budowanie łańcuchów dostaw

Wiek XXI przyniósł rozwój logistyki globalnej, a wraz z nią idei, konceptu i wiedzy dotyczących budowania odpornych łańcuchów dostaw. Liczba pośredników, nazywanych również „ogniwami”, jest różna w zależności od takich czynników, jak bliskość rynków zbytu czy wielkość sieci dystrybucji. Według Kołoskowskiego i Józwiaka [2012] „Łańcuch dostaw to sieć producentów i usługodawców, którzy współpracują ze sobą w celu przetwarzania i przemieszczania dóbr – od fazy surowca do poziomu użytkownika końcowego. Wszystkie te podmioty są połączone przepływami dóbr fizycznych, przepływami informacji oraz przepływami pieniężnymi”.

Teoria łańcucha dostaw skupia się w pełni na zintegrowaniu ogniw, aby mogły one współpracować w sposób harmonijny i niezachwiany bez względu na jakąkolwiek sytuację kryzysową, która mogłaby wystąpić. W tradycyjnych modelach każda firma pracowała w pewnej izolacji, co prowadziło do zwiększania zapasów, opóźnienia dostaw oraz niedopasowania do aktualnych potrzeb rynku. Według Christophera [2000] łańcuch dostaw nie skupia się wyłącznie na relacji pomiędzy przedsiębiorstwami w celu fizycznego dostarczenia produktu. Ważnym aspektem jest m.in. powiązanie wszelkich systemów informatycznych, takich jak WMS (warehouse management system) czy ERP (enterprise resource planning), wspomagających i optymalizujących przepływ produk-

tów przy ich pełnym monitoringu. Zbudowanie odpowiedniego i efektywnego łańcucha dostaw potrafi przyczynić się do znacznego zwiększenia konkurencyjności na rynku i zmniejszenia kosztów operacyjnych, a także zwiększenia efektywności procesów zachodzących zarówno w samych przedsiębiorstwach, jak i pomiędzy nimi [Kołosowski i Jóźwiak 2012].

Jak piszą Wieland i Durach [2021]: „Rezyliencja łańcucha dostaw to zdolność łańcucha dostaw do przetrwania, adaptacji lub transformacji w obliczu zmian”. Pojęcie to jest przypisane do łańcucha dostaw w pełni przystosowanego do zmieniającej się sytuacji. Zmienne warunki funkcjonowania łańcucha są związane z zakłóceniami o różnej wielkości i skali złożoności. W kontekście łańcucha dostaw, a dokładniej zarządzania nim, odporność oznaczać będzie przywrócenie płynności przepływów po takich wydarzeniach, jak epidemia i pandemia, katastrofy naturalne czy znaczące złamania gospodarcze. Dla zdefiniowania pojęcia „odpornego łańcucha dostaw” kluczowe były m.in. publikacje [Yossi & Rice Jr. 2005; Ponoramov & Holcomb 2009; Wieland & Wallenburg 2013, Wieland & Durach 2021]. Autorzy ci wyróżnili trzy podstawowe zdolności odpornych łańcuchów dostaw:

- elastyczność – zdolność dostosowania się do zmiennych warunków;
- redundancja – dysponowanie alternatywnymi źródłami dostaw i zapasów lub innymi trasami, co pozwoli utrzymać ciągłość operacji w przypadku nieprzewidzianych sytuacji;
- szybka reakcja – zdolność do maksymalnie szybkiej reakcji na zmiany poprzez optymalizację operacji i dostosowywanie planów procesowych.

Odporny łańcuch dostaw jest szczególnie istotny w branży paliwowej, mającej bardzo duży wpływ na pozostałe gałęzie gospodarki. Jego budowanie stanowi fundament aktualnej działalności przedsiębiorstw z tego sektora. Elastyczne i odporne łańcuchy dostaw umożliwiają optymalizację i efektywne zarządzanie procesami, skutecznie minimalizując ryzyko i maksymalizując wpływy.

Zrównoważone praktyki w łańcuchach dostaw w branży paliwowej

W sektorze paliwowym zauważalna jest zmiana podejścia do zarządzania łańcuchami dostaw zgodnie z definicją zrównoważonego rozwoju oraz jego głównymi filarami. Działania prośrodowiskowe podjęła m.in. Grupa Kapitałowa Anwim, prowadząca sieć stacji Moya oraz zajmująca się sprzedażą hurtową i przewozem paliw kopalnianych. Inwestuje w technologię pojazdów elektrycznych i napędzanych paliwem wodowym, a do 2030 roku ma dysponować 10 tys. punktów ładowania [Połetek 2024]. Rozwija się też w kierunku paliw alternatywnych: „Specjalne dodatki uszlachetniające dodawane do paliwa pozwalają zredukować jego zużycie o średnio 3–4%, co przyczynia się do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych. Drugim rozwiązaniem jest wykorzystanie biopaliw, czyli paliw z dodatkiem biokomponentów. Emisja dwutlenku węgla, który powstaje przy spalaniu takiej substancji, jest biogeniczna, czyli neutralna dla środowiska” [Połetek 2024].

W Unii Europejskiej zarejestrowane jest 270 tys. aut, a tylko 5% z nich ma napęd umożliwiający wykorzystanie paliw alternatywnych [Jaworska-Cierniak 2025]. Są to paliwa lub źródła energii nie pochodzące z ropy naftowej i pozyskiwane w celu zasilenia pojazdów transportowych, charakteryzujące się zmniejszoną emisją spalin i wpływem na środowisko [Pangsy-Kania et al. 2024]. Powstają dzięki zrównoważonym innowacjom

w zakresie wdrożenia nowego produktu, udoskonalenia procesu produkcji czy wynalezienia nowej technologii [Adomako i Nguyen 2023]. W aspekcie ich zastosowania wyróżnia się następujące grupy paliw alternatywnych:

- a) elektryczność,
- b) napęd wodorowy,
- c) amoniak,
- d) biopaliwa,
- e) paliwa syntetyczne oraz parafina,
- f) gaz naturalny w postaci gazowej (CNG – compressed natural gas),
- g) płynny gaz naturalny (LNG – liquefied natural gas),
- h) płynny gaz ziemny (LPG – liquefied petroleum gas) [ECEEE 2023].

Jak piszą Pangsy-Kania et al. [2024]: „Są one [grupy paliw alternatywnych] podzielone na trzy kategorie: alternatywne paliwa kopalne dla fazy przejściowej (CNG, LNG, LPG, paliwa syntetyczne i parafinowe wytwarzane z energii nieodnawialnej), paliwa alternatywne dla pojazdów bezemisyjnych (energia elektryczna, wodór, amoniak) oraz paliwa odnawialne (biopaliwa – paliwa z biomasy i biopaliwa)”.

Grupa Orlen z kolei, będąca wiodącym dystrybutorem w sektorze paliwowym, oprócz zagadnień rozwoju neutralności klimatycznej skupia się także na filarze społecznym: najważniejszym zasobem są dla niej ludzie, a więc i ich dobrostan. Przedsiębiorstwo wdraża innowacyjne rozwiązania mające na celu poprawę bezpieczeństwa oraz warunków pracy i w swoim zarządzaniu strategicznym opiera się na określonych i mierzalnych celach rozwoju w tym zakresie [Grupa Orlen 2024].

Odporne łańcuchy dostaw w branży paliwowej

Systemy dystrybucyjne, zarządzanie którymi opiera się na umiejętności strategicznego myślenia oraz zapobiegania zakłóceniom, nazywamy odpornymi łańcuchami dostaw [Konecka et al. 2016]. Z poziomu menadżerskiego są to łańcuchy dostaw, które są ukierunkowane na unikanie zaburzeń oraz niwelację ich ewentualnych skutków [Boin et al. 2010]. Jak pisze Fiksel [2003]: „Odporne łańcuchy dostaw wymagają odporności poszczególnych jego elementów i podsystemów, a o odporności całego łańcucha dostaw przesądza odporność najsłabszego ogniwa”. Charakteryzują się czterema głównymi cechami:

- a) wielostronnością (diversity) – podejście pożądane w przypadku działań oraz zachowań w łańcuchu dostaw;
- b) sprawność (efficiency) – zdolność systemu do maksymalizacji efektów przy minimalizacji nakładów;
- c) umiejętność dostosowywania się (adaptability) – elastyczność w odniesieniu do zachodzących zmian;
- d) spójność (cohesion) – efekt sprzężenia zmiennych systemowych z elementami systemu [Fiksel 2003].

Strategiczne znaczenie łańcuchów dostaw paliw dla funkcjonowania gospodarki światowej staje się newralgicznym aspektem wskazującym na wymóg rozwoju w kierunku zwiększania ich odporności. Innowacje w tym zakresie mają:

- zwiększyć poziom zabezpieczenia ładu;

- umożliwić monitoring w czasie rzeczywistym na każdym poziomie procesu;
- zwiększyć jakość paliw dystrybuowanych w ramach samochodowego transportu lądowego (monitorowanie zanieczyszczenia produktu w czasie rzeczywistym w celu uniknięcia zanieczyszczeń).

Przykładowo współpraca pomiędzy polską firmą informatyczną ATROM i niemieckim koncernem HARR umożliwiła stworzenie oprogramowania pozwalającego zarządzać procesem dystrybucji paliw oraz monitorować jego każdy etap [Weremij 2013].

Zwiększanie odporności łańcuchów dostaw w sektorze paliwowym jest kluczowe szczególnie w czasach niepokoju geopolitycznych czy konfliktów zbrojnych. Ważne jest także zapewnienie ciągłości zasilania systemów łańcuchów dostaw. Sankcje nałożone na Federację Rosyjską spowodowały w 2022 roku zmniejszenie importu ropy z Rosji o 90%. Rada Europejska i Rada Unii Europejskiej zaleciły krajom członkowskim EU działania związane z:

- a) dywersyfikacją źródeł oraz dróg dostaw;
- b) upowszechnianiem odnawialnych źródeł energii;
- c) zwiększaniem efektywności energetycznej;
- d) łączeniem międzysystemowych sieci gazowych i elektroenergetycznych [Consilium 2023].

Zalecenia te stanowią podstawę współczesnej metodyki budowania łańcuchów dostaw w kierunku odporności na zakłócenia.

Wyniki badań i dyskusja

Wywiad z dyrektorem generalnym POGP

Jednym z elementów badania był wywiad przeprowadzony z Bartoszem Kwiatkowskim, dyrektorem generalnym Polskiej Organizacji Gazu Płynnego (POGP). „POGP została założona w 1996 roku i od tego czasu aktywnie uczestniczy w życiu branży paliwowej. Członkami Organizacji są jednostki produkcyjno-handlowe, zajmujące się zakupem, rozlewem i dystrybucją gazu skroplonego LPG, a także produkcją i obrotem urządzeniami służącymi do jego transportu, magazynowania i eksploatacji. Od lutego 2020 r. przedmiotem aktywności analitycznej POGP jest również skroplony gaz ziemny LNG” [POGP 2025a].

W tabeli 1 zamieszczono odpowiedzi dyrektora generalnego POGP na pytania dotyczące zrównoważonych łańcuchów dostaw w branży paliwowej.

W skład pakietu Fit for 55 wchodzi 12 propozycji zmian legislacyjnych, w tym:

1. Zwiększenie do 2030 roku udziału OZE (odnawialnych źródeł energii) w końcowym zużyciu energii do 40%.
2. Zmiana systemu handlu emisjami CO₂.
3. Powiększenie sieci ładowania/uzupełniania pojazdów o napędzie alternatywnym.
4. Promowanie paliw niskoemisyjnych w transporcie morskim.
5. Promowanie zrównoważonych paliw w transporcie lotniczym [Regionalna Izba Gospodarcza Pomorza 2025].

Tabela 1. Opinia dyrektora generalnego POGP na temat zrównoważenia łańcuchów dostaw w branży paliwowej

Table 1. Opinion of the Director General of POGP on the sustainability of supply chains in the fuel industry

Pytanie	Odpowiedź
Jakie są obecnie największe wyzwania dla paliwowych łańcuchów dostaw związane ze zrównoważonym rozwojem?	Wdrożenie pakietu Fit for 55, a dokładniej sposób jego wdrożenia.
Jakie rozwiązania wdrażają członkowie POGP, aby realizować założenia zrównoważonego rozwoju?	Nasza branża przyjęła zasadniczo zobowiązania Deklaracji Turyńskiej.
W raportach POGP znaleźć można informacje na temat paliw alternatywnych. Które z nich promuje POGP?	Najważniejszymi paliwami są dla nas bio LPG (w szczególności biopropan), a w dalszej perspektywie DME, jednak komercjalizacja tego paliwa może być trudna w obecnych europejskich warunkach legislacyjnych.
Czy wykorzystanie paliw odnawialnych tj. DME pozwoli przedsiębiorstwom paliwowym na budowę zrównoważonego łańcucha dostaw?	To zależy. Ogólnie komercjalizacja DME w obecnych warunkach niestabilności legislacji europejskiej i niezwykle nieprecyzyjnego prawa będzie trudna do przeprowadzenia.

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration

Zmiany te mają prowadzić do zwiększenia zrównoważenia rozwoju Unii Europejskiej, a ich wdrożenie stało się wyzwaniem dla przedsiębiorstw działających w wymienionych obszarach. Jednak to sposób ich wdrażania jest kluczowym czynnikiem pozwalającym na rozwój i zwiększenie pozycji danego podmiotu na tle konkurencji.

Rozwiązania wprowadzane przez członków Polskiej Organizacji Gazu Płynnego są uwarunkowane przez zapisy Deklaracji Turyńskiej. Zakłada ona wdrażanie alternatywnych zrównoważonych paliw i biopaliw, które są krokiem milowym w budowaniu zintegrowanej sieci biorafinerii i mają stopniowo zastępować tradycyjne sieci paliw kopalnianych [Liquid Gas Europe 2024]. Członkowie POGP inwestują oraz rozwijają technologię biopaliw pozwalających na wdrażanie zrównoważonych łańcuchów dostaw.

Kluczowymi biopaliwami dla Polskiej Organizacji Gazu Płynnego są bio LPG (szczególnie biopropan). Rozwojową technologią jest także DME (eter dimetylowy). Jednak z przeprowadzonego wywiadu wynika, że występują problemy prawne związane z legislacją i legalną komercjalizacją tego typu paliw.

Analizując odpowiedzi zamieszczone w tabeli 1, można stwierdzić, że implementacja zrównoważonego łańcucha dostaw w branży paliwowej jest możliwa i obecnie proces ten jest przeprowadzany. Pojawiają się jednak bariery legislacyjne, które ograniczają możliwości zastosowania alternatywnych biopaliw.

Bezpieczeństwo łańcuchów dostaw w sektorze paliwowym to istotny aspekt funkcjonowania całej gospodarki światowej. Ciągłość dostaw może być zagrożona przez wiele czynników, dyrektor generalny POGP wyróżnił trzy kluczowe: geopolityczne, klimatyczne oraz ekonomiczne (tabela 2).

Tabela 2. Opinia dyrektora generalnego POGP na temat odporności łańcuchów dostaw w sektorze paliwowym

Table 2. Results of an interview with the Director General of POGP on resilient supply chains in the fuel sector

Pytanie	Odpowiedź
W jaki sposób tak strategiczna dla systemów gospodarczych państw branża paliwowa jest narażona na przerwanie łańcucha dostaw?	Najważniejsze uwarunkowania związane są zapewne z kilkoma czynnikami: – politycznymi, w tym wojennymi, np. ataki Huti, które zmusiły część statków do opływania Afryki, albo konflikt Algierii z Marokiem ograniczający możliwości wywozu algierskiego gazu. Dodatkowo w mojej ocenie LPG słabo nadaje się do weaponizacji, bo nie wymaga tak złożonej infrastruktury jak gaz ziemny; – klimatycznymi, np. spadek przepustowości Kanału Panamskiego w 2023 r., co ograniczyło dostawy amerykańskiego LPG do Japonii; – w przypadku gazów odnawialnych: podaż surowców odnawialnych i konkurencja między ich odbiorcami.
Czy istnieje możliwość budowy odpornego łańcucha dostaw w branży paliwowej?	Stuprocentowa odporność jest zapewne mrzonką, bo od pewnego poziomu bezpieczeństwa każdy kolejny procent kosztuje wykładniczo więcej niż poprzedni. Ale na pewno można budować bardzo odporny łańcuch dostaw.

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration

Rozmówca wskazał na istotną rolę konfliktów zbrojnych w zakłóceniach kanałów dystrybucji, podając przykłady dotyczące zarówno transportu (ataki Huti), jak i zaopatrzenia (uniemożliwienie wywozu gazu z Algierii). Zauważył jednak, że rynek LPG (liquefied petroleum gas) nie wymaga złożonej infrastruktury, co powoduje mniejsze zainteresowanie militarne tym obszarem.

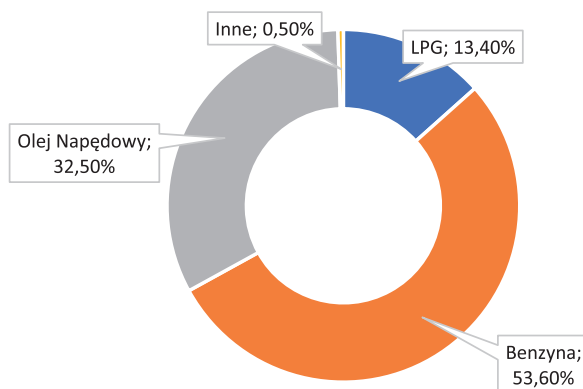
W opracowaniu podnoszony był niejednokrotnie wpływ branży paliwowej na klimat i środowisko, jednak także klimat ma wpływ na łańcuchy dostaw paliw. Respondent wskazał przykład Kanału Panamskiego, w przypadku którego to zmiany klimatyczne zakłóciły dostawy drogą morską (tabela 2). Wysokie temperatury i niski poziom opadów spowodował suszę zmniejszającą przewóz towarów o 10,3 mln ton [Portal Stoczniowy 2023].

W wywiadzie wskazywano również na czynnik ekonomiczny związany z konkurencyjnością na rynku paliw alternatywnych oraz ograniczoną liczbą dostawców. Młody rynek gazów odnawialnych generuje małą podaż przy dużej liczbie zainteresowanych odbiorców.

Zwiększenie odporności łańcuchów dostaw jest w sektorze paliwowym możliwe, jednak zdaniem dyrektora POGP niemożliwe jest ich zabezpieczenie przed wszystkimi zakłóceniami. Budowa bardzo odpornych łańcuchów dostaw wiąże się z wysokimi kosztami wdrożenia, które rosną wykładniczo wraz ze zwiększaniem wskaźnika procentowego bezpieczeństwa (tabela 2). Podsumowując, nowe technologie muszą zostać uwarunkowane prawnie, co pozwoli na ich szerokie wykorzystanie. Zapewnienie pełnej odporności oraz zrównoważenia jest obecnie celem nieosiągalnym, ale wdrożenie odpowiednich rozwiązań i dywersyfikacja źródeł zaopatrzenia i surowców jest kluczowa dla zwiększenia efektywności łańcuchów dostaw we współczesnych czasach.

Analiza raportów Polskiej Organizacji Gazu Płynnego

W ramach badań przeanalizowano raport Polskiej Organizacji Gazu Płynnego za rok 2024 dotyczący głównie polskiego rynku gazu płynnego [POGP 2025b].



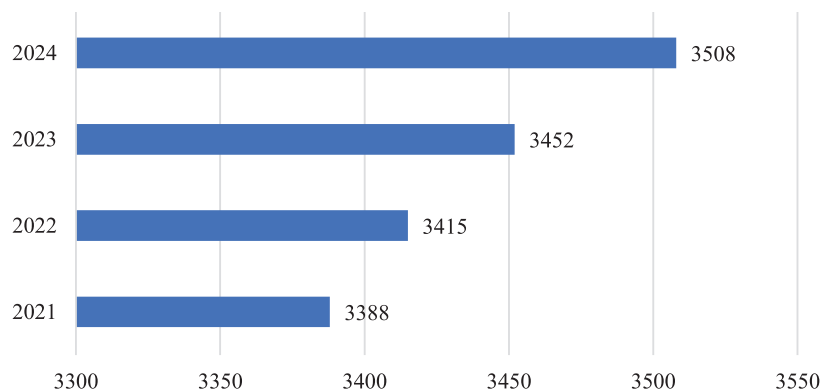
Rysunek 3. Paliwo stosowane w samochodach osobowych w Polsce w 2024 r. [%]

Figure 3. Passenger cars in Poland by fuel used in 2024 [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie [POGP 2025b]

Source: own elaboration based on [POGP 2025b]

Obecnie głównym rodzajem napędu stosowanym w Polsce jest napęd benzynowy (53,60%), a następnie olej napędowy (32,5%), dopiero na trzecim miejscu znajduje się gaz LPG (13,4%). Pozostałe formy napędu obsługują 0,5% rynku samochodowego (rys. 3). Zauważalne jest duże wykorzystanie „niezrównoważonych” paliw, powodujących zanieczyszczenie powietrza oraz nie pochodzących z odnawialnych źródeł energii (OZE).



Rysunek 4. Liczba samochodów zasilanych autogazem w Polsce w latach 2021–2024 [tys. szt.]

Figure 4. Number of cars powered by autogas in Poland in 2021–2024 [thousands]

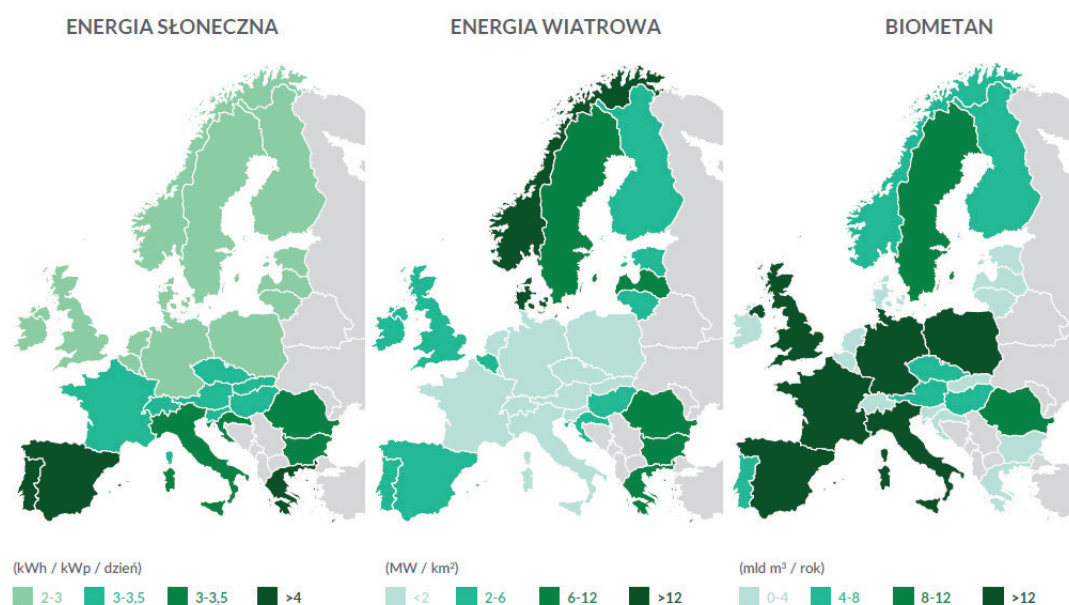
Źródło: opracowanie własne na podstawie [POGP 2025b]

Source: own elaboration based on [POGP 2025b]

Pomimo małego udziału w rynku niskoemisyjnego paliwa LPG (rys. 3) liczba zarejestrowanych samochodów z napędem typu LPG rośnie – o 3,5% w ciągu 4 lat (rys. 4). Wdrażanie napędów LPG jest pierwszym etapem budowania zrównoważonych paliwowych łańcuchów dostaw. Osiągnięcie pełnego zrównoważenia jest jednak możliwe tylko

dzięki rozwojowi paliw alternatywnych z OZE, które zastąpią nieodnawialne paliwa kopalniane. Członkowie POGP wdrażają rozwiązania bazujące na biopaliwach, a przedsiębiorstwa gazowe są szczególnie zainteresowane wykorzystaniem bio LPG. „Bio LPG (odnawialny LPG) to dobre narzędzie dla biznesu w realizacji standardów ESG (environmental, social, governance) oraz transgranicznego podatku węglowego (CBAM). Jego zastosowanie pozwala nie tylko na stabilizację kaloryczności biometanu, ale także nisko-energetycznych paliw gazowych, takich jak gaz ziemny grupy L, wspierając tym samym zrównoważoną transformację energetyczną gazownictwa” – stwierdził Świątosław Kariuk z I-Maximum sp. z o.o., uczestnik prac nad standardami technicznymi wykorzystania biometanu w sieciach gazowych [POGP 2025b].

Wdrożenie zrównoważonego łańcucha dostaw wiąże się z implementacją paliw niekopalnianych, jednym z nich jest biometan. Sam biometan ma jednak niestabilną kaloryczność, jej ustabilizowanie jest możliwe właśnie dzięki bio LPG.



Rysunek 5. Europejski potencjał produkcji energii z wybranych źródeł odnawialnych

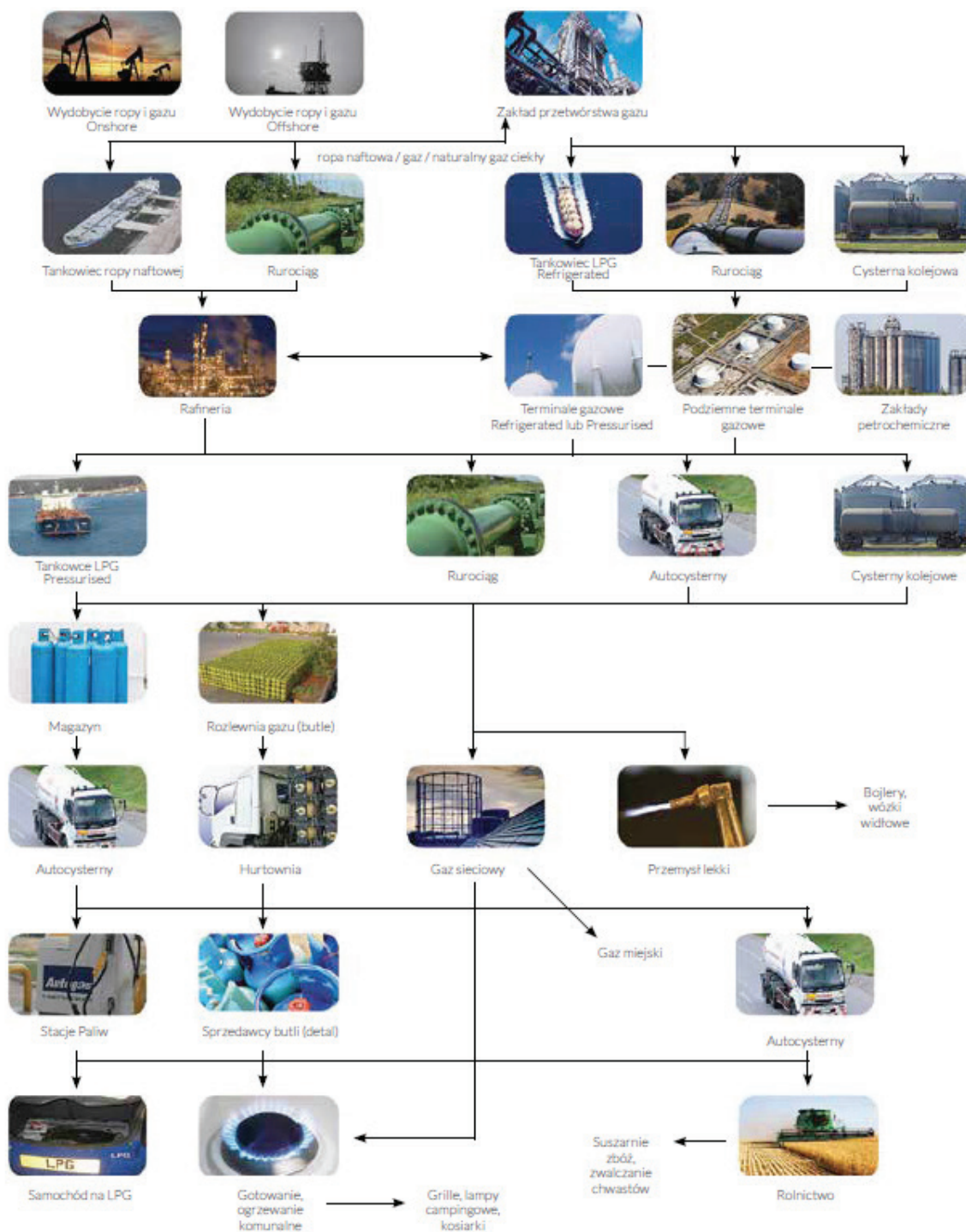
Figure 5. European energy production potential from selected renewable sources

Źródło: [POGP 2025b]

Source: [POGP 2025b]

Potencjał produkcji energii z wybranych OZE przedstawiono na rysunku 5. Największy zasięg geograficzny ma biometan, który jest alternatywną przyszłością rynku paliwowego.

Potwierdzeniem tych wniosków są słowa zawarte w najnowszym raporcie POGP: „Wykorzystanie gazu płynnego do wzbogacania biometanu może znacząco zwiększyć potencjał rynku paliw odnawialnych, sprzyjając zarówno dywersyfikacji dostaw, jak i spełnieniu celów klimatycznych. Warunkiem jest dostrzeżenie przez decydentów synergii pomiędzy rozwojem rynku biometanu i (bio)propanu i wdrożenie wymaganych zmian, które uczyniłyby Polskę jednym z liderów transformacji energetycznej w Europie” [POGP 2025b].



Rysunek 6. Łańcuch dostaw sektora gazowego

Figure 6. Gas sector supply chain

Źródło: [POGP 2025b]

Source: [POGP 2025b]

Złożoność gazowego łańcucha dostaw zobarazowano na rysunku 6. Zwiększenie jego odporności jest niezbędne dla dalszego funkcjonowania rozbudowanej sieci dostaw. Wspomniane przez dyrektora generalnego POGP czynniki związane z dużą konkuren-

cyjnością mogą stać się kluczowym zagrożeniem dla przedsiębiorstw działających w tym obszarze. Wdrożenie paliw alternatywnych umożliwi dywersyfikację asortymentu i jednocześnie zyskanie wyższej pozycji na tle konkurencji. Mówiono o tym m.in. w trakcie jednego z wydarzeń organizowanych przez Polską Organizację Gazu Płynnego: „Stworzenie rynku paliw OZE [prelegent] uznał za bardzo istotne dla zachowania roli gazu płynnego w nadchodzących dekadach, bowiem odnawialne paliwa – zwłaszcza lokalnej produkcji – zapewniłyby bezpieczeństwo dostaw przy jednoczesnej realizacji celów redukcyjnych. Bryksa odniósł się także do kwestii wprowadzenia embarga na LPG z Rosji, mówiąc, że polskie stanowisko w tej sprawie akcentuje konieczność solidarnego działania na poziomie Unii Europejskiej, bowiem nałożenie jednostronnych środków ograniczających byłoby nieskuteczne. Za główne wyzwania uznał konieczność dywersyfikacji kierunków dostaw oraz optymalizację systemu utrzymywania zapasów obowiązkowych” [POGP 2023].

Podsumowanie i wnioski

Celem artykułu było wskazanie kierunków rozwoju i wyzwań związanych z wdrażaniem zrównoważonych i odpornych łańcuchów dostaw w sektorze paliwowym oraz perspektyw ich integracji. Zrealizowanie tego celu możliwe było dzięki przeanalizowaniu literatury tematycznej i danych wtórnych pochodzących z raportów POGP oraz przeprowadzeniu wywiadu z Bartoszem Kwiatkowskim, dyrektorem generalnym Polskiej Organizacji Gazu Płynnego.

W kontekście kierunków rozwoju istotne jest wdrożenie postanowień Deklaracji Turyńskiej oraz pakietu Fit for 55 w paliwowych łańcuchach dostaw. Jest to możliwe dzięki inwestycji w paliwa alternatywne. Rynek oparty jest obecnie na wysokoemisyjnych paliwach kopalnianych. Aktualne dane wskazują na zwiększenie liczby zarejestrowanych aut z napędem LPG, mającym niższą emisyjność CO₂. Kierunkiem rozwoju sektora paliwowego jest implementacja biopaliw, a szczególnie biometanu, bio LPG oraz DME. W kontekście bezpieczeństwa łańcuchów dostaw kluczowa jest dywersyfikacja źródeł zaopatrzenia oraz dróg transportowych. Wskazane przez B. Kwiatkowskiego zagrożenia dla ciągłości łańcuchów dostaw paliw wiążą się z wykorzystaniem ograniczonej liczby dostawców oraz form transportu. W celu wskazania konkretnych rozwiązań wymagane są dalsze badania.

Wdrożenie zrównoważonych i odpornych łańcuchów dostaw związane jest z licznymi barierami. W branży paliwowej barierą dla zwiększania rezyliencji łańcuchów dostaw są koszty. Wzrastają one wykładniczo, a osiągnięcie 100-proc. bezpieczeństwa jest niemożliwe. W przyszłości możliwe będzie budowanie bardzo odpornych łańcuchów dostaw dzięki prowadzeniu badań dotyczących rozwiązań koncepcyjnych i technologicznych zmniejszających koszty. Również zrównoważenie łańcuchów dostaw w myśl pakietu Fit for 55 jest obecnie kosztochłonne. Krótki czas realizacji stawianych celów oraz wysokie wymagania sprawiają, że zielone łańcuchy dostaw są trudno osiągalne. Kluczowym czynnikiem dla wdrożenia i zdobycia pozycji konkurencyjnej jest znalezienie właściwego sposobu wprowadzenia zmian.

Podsumowując kierunek oraz bariery budowania rezyliентnych i zrównoważonych łańcuchów dostaw, możliwe jest określenie perspektywy rozwoju tych łańcuchów w sektorze paliwowym. Ich utrzymanie oraz zwiększenie efektywności jest uwarunkowane

integracją dwóch aspektów – odporności i zrównowżenia. Wprowadzenie alternatywnych paliw OZE oraz poszerzenie oferty asortymentowej umożliwi zmniejszenie eksploatacji surowców kopalnianych oraz emisji CO₂ i jednoczesną dywersyfikację źródeł zaopatrzenia. Zrównowżenie jest związane z trzema filarami. Poza widocznym aspektem środowiskowym wprowadzenie nowych źródeł dostaw spowoduje stworzenie nowych miejsc pracy (filar gospodarczy i społeczny), a konkurencja między dostawcami wpłynie na polepszenie jakości produktów oraz wprowadzenie nowych, tańszych alternatyw (filar gospodarczy). Przystępne ceny i zwiększona dostępność (zapewnienie ciągłości dostaw) umożliwią eliminację nierówności społecznych (filar społeczny).

Poruszona w publikacji tematyka wymaga przeprowadzenia dalszych badań w celu weryfikacji postawionych założeń oraz ich konfrontacji z innymi środowiskami branżowymi.

Bibliografia

- Adomako S., Nguyen N.P., 2023: Co-innovation behavior and sustainable innovation in competitive environments. *Sustainable Development* 31(3), 1735–1747.
- Boin A., Kelle P., Whybark D.C., 2010: Resilient supply chains for extreme situations: Outlining a new field of study. *International Journal of Production Economics* 126(1), 1–6.
- Brundtland G.H., 1987: Our common future – call for action. *Environmental Conservation* 14(4), 291–294.
- Christopher M., 2000: Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw. Strategie obniżki kosztów i poprawy poziomu usług. Polskie Centrum Doradztwa Logistycznego, Warszawa.
- Consilium, 2023: Rynkowe skutki rosyjskiej inwazji na Ukrainę: reakcja UE. <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/eu-response-russia-military-aggression-against-ukraine-archive/impact-of-russia-s-invasion-of-ukraine-on-the-markets-eu-response/> [dostęp: 09.05.2025].
- ECEEE 2023: Effort Sharing Regulation. European Council for an Energy Efficient Economy. <https://www.eceee.org/policy-areas/product-policy/effort-sharing-regulation/> [dostęp: 03.10.2023].
- Fiksel J., 2003: Designing resilient, sustainable systems. *Environmental Science & Technology* 37(23), 5330–5339.
- Grupa Orlen 2024: Zrównowżony rozwój. Pracownicy – bezpieczeństwo i dobre warunki pracy. <https://www.orlen.pl/pl/zrownowazony-rozwoj/strategia-zrownowazonego-rozwoju/pracownicy> [dostęp: 08.05.2025].
- Jaworska-Cierniak M., 2025: Co warto wiedzieć o paliwach alternatywnych? Akademia ESG. <https://akademiaesg.pl/baza-wiedzy/co-warto-wiedziec-o-paliwach-alternatywnych/> [dostęp: 08.05.2025].
- Kołosowski A., Józwiak A., 2012: Zrównowżony łańcuch dostaw. *Systemy Logistyczne Wojsk* 38, 129–140.
- Komisja Europejska, 2019: Komunikat Komisji – Europejski Zielony Ład, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=DE> [dostęp: 12.05.2025].

- Konecka S., Stajniak M., Szopik-Depczyńska K., 2016: Bezpieczeństwo łańcucha dostaw. *Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe* 11, 159–163.
- Liquid Gas Europe, 2024: Liquid Gas Europe co-signed the Turin joint statement on sustainable biofuels on 29 April. <https://www.liquidgaseurope.eu/news/liquid-gas-europe-co-signed-the-turin-joint-statement-on-sustainable-biofuels-on-29-april/> [dostęp: 12.05.2025].
- Ministerstwo Rozwoju i Technologii, 2019: Cele zrównoważonego rozwoju. <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologia/cele-zrownowazonego-rozwoju> [dostęp: 12.05.2025].
- Nowicka K., 2020: Zielone łańcuchy dostaw 4.0. [w:] J. Gajewski, W. Paprocki (red.), *Polityka klimatyczna i jej realizacja w pierwszej połowie XXI wieku*. Centrum Myśli Strategicznych, Sopot, 115–135.
- ONZ, 1992: Agenda 21. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf> [dostęp: 08.05.2025].
- ONZ, 2015: Rezolucja Zgromadzenia Ogólnego A/RES/70/1: Agenda na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju 2030. https://www.unic.un.org.pl/files/164/Agenda%202030_pl_2016_ostateczna.pdf [dostęp: 08.05.2025].
- Pangsy-Kania S., Biegańska J., Flouros F., 2024: Alternative Fuels as a Sustainable Innovation in Vehicle Fleet Across the EU-27: Diagnosis and Prospect for Development. *Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe* 27(4), 173–194.
- POGP, 2023: O przyszłości LPG na Forum Paliw Gazowych. <https://www.pogp.pl/aktualnosci/o-przyszlosci-lpg-na-forum-paliw-gazowych> [dostęp: 13.05.2025].
- POGP, 2025a: Polska Organizacja Gazu Płynnego. <https://www.pogp.pl/pogp/o-pogp> [dostęp: 12.05.2025].
- POGP, 2025b: Polska Organizacja Gazu Płynnego. Raport roczny 2024. <https://www.pogp.pl/materialy/raporty-pogp> [dostęp: 12.05.2025].
- Połetek B., 2024: Branża paliwowa a zrównoważony rozwój – raport Anwim. Akademia ESG. <https://akademiaesg.pl/branza-paliwowa-a-zrownowazony-rozwoj-raport-grupy-anwim/> [dostęp: 05.05.2025].
- Ponoramov S.Y., Holcomb M.C., 2009: Understanding the concept of supply chain resilience. *The International Journal of Logistics Management* 20(1), 124–143.
- Portal Stoczniowy, 2023: Kanał Panamski – spadek wolumenu ładunków w 2023 roku. <https://portalstoczniowy.pl/kanal-panamski-spadek-wolumenu-ladunkow-w-2023-roku/> [dostęp: 05.05.2025].
- Regionalna Izba Gospodarcza Pomorza, 2025: Nowy pakiet klimatyczny: Fit for 55. <https://rigp.pl/nowy-pakiet-klimatyczny-fit-for-55,619,pl> [dostęp: 12.05.2025].
- UNESCO, 2005: United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005–2014): International Implementation Scheme. UNESCO, Paryż.
- Velenturf A.P., Purnell P., 2021: Principles for a sustainable circular economy. *Sustainable Production and Consumption* 27, 1437–1457.
- Weremij T., 2013: Innowacja w łańcuchu logistycznym paliw płynnych a konkurencyjność. *Logistyka* 4, 22–25.
- Wieland A., Durach C.F., 2021: Two perspectives on supply chain resilience. *Journal of Business Logistics* 42(3), 315–322.
- Wieland A., Wallenburg C.M., 2013: The influence of relational competencies on supply chain resilience: a relational view. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 43(4), 300–320.

- Wojciechowska A., 2023: Morze Czerwone pustoszeje. Statki rezygnują z trasy przez Kanał Sueski. Bankier.pl. <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Morze-Czerwone-pustoszeje-Statki-rezygnuja-z-trasy-przez-Kanal-Sueski-8665378.html> [dostęp: 05.05.2025].
- Yossi S., Rice Jr. J.B., 2005: A supply chain view of the resilient enterprise. <https://sloanreview.mit.edu/article/a-supply-chain-view-of-the-resilient-enterprise/> [dostęp: 12.05.2025].
- Żelazo M., 2013: Kwestionariusz wywiadu jako narzędzie badawcze. *Obronność – Zeszyty Naukowe Wydziału Zarządzania i Dowodzenia Akademii Obrony Narodowej* 2(6), 222–238.