

UNIWERSYTET KOMISJI EDUKACJI NARODOWEJ W KRAKOWIE

WYDZIAŁ NAUK SPOŁECZNYCH

ROZPRAWA DOKTORSKA

Magdalena Beroud

**Polityczne, gospodarcze i techniczne aspekty przeobrażeń sektora gazu ziemnego w Polsce
po przełomie 1989 roku**

Promotor:

dr hab. Robert Kłaczyński, prof. UKEN

Kraków 2024

Spis treści

STRESZCZENIE.....	4
Słowa kluczowe: sektor energetyczny, polityka bezpieczeństwa energetycznego, kultura strategiczna państwa, gaz ziemny	8
SUMMARY	8
Keywords: energy sector, energy security policy, strategic culture of the state, natural gas	10
WSTĘP	11
ROZDZIAŁ PIERWSZY	19
POLITYKA BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO JAKO OBSZAR BADAŃ INTERDYSCYPLINARNYCH.....	19
1.1. Geneza polityki bezpieczeństwa energetycznego.....	22
1.2. Polityka bezpieczeństwa energetycznego: definicje, modele, podstawowe założenia oraz kryteria	29
1.3. Bezpieczeństwo energetyczne jako fundament polityki energetycznej państwa: założenia, koncepcje	38
ROZDZIAŁ DRUGI	46
POLSKIE ZASOBY GAZU ZIEMNEGO:.....	46
POKŁADÓW GAZOWYCH.....	46
2.1. Pokłady gazu ziemnego w Polsce: wielkość, lokalizacja, dostępność złóż.....	53
2.2. Zasoby, produkcja gazu ze złóż niekonwencjonalnych	63
2.3. Charakterystyka transportu gazu ziemnego w Polsce	67
ROZDZIAŁ TRZECI.....	75
DYWERSYFIKACJA DOSTAW GAZU ZIEMNEGO DO POLSKI	75
3.1. Polityka bezpieczeństwa energetycznego państwa polskiego w obszarze sektora gazu ziemnego	84
3.2. Realizacja projektów dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego do Polski	86
3.3. Perspektywy dywersyfikacji polskiego sektora gazu ziemnego.....	105
ROZDZIAŁ CZWARTY	112
MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA POLITYKI BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ WYNIKAJĄCE Z CZŁONKOSTWA W UNII EUROPEJSKIEJ.....	112
4.1 Europejski rynek gazu ziemnego : stan obecny, zagrożenia ,wyzwania	117
4.2. Projekty polskiego sektora gazu ziemnego o zasięgu strategicznym realizowane we współpracy z instytucjami Unii Europejskiej.....	123

4.3. Gaz ziemny jako paliwo pomostowe na drodze do realizacji celu neutralności klimatycznej	148
ROZDZIAŁ PIĄTY	155
PERSPEKTYWY WYKORZYSTANIA NOWYCH TECHNOLOGII W PROCESIE TRANSFORMACJI SEKTORA GAZU ZIEMNEGO.....	155
5.1. Wykorzystanie wodoru w procesie redefinicji polskiego sektora energetycznego	158
5.2. Perspektywy wykorzystaniu gazu „Hel 3” w ramach zmian na globalnym i krajowym rynku energetycznym	171
5.3. Klatraty metanu jako alternatywa dla klasycznych pokładów gazu ziemnego.....	180
ZAKOŃCZENIE.....	188
BIBLIOGRAFIA.....	191
Monografie i czasopisma	191
Akty Prawne	199
Raporty.....	199
Netografia	200
SPIS RYSUNKÓW.....	205
SPIS TABEL.....	206
SPIS MAP	208
SPIS WYKRESÓW	209
SPIS ZDJĘĆ	209
SPIS SCHEMATÓW.....	209

STRESZCZENIE

Rozprawa doktorska *Polityczne, gospodarcze i techniczne aspekty przeobrażeń sektora gazu ziemnego w Polsce po przełomie 1989 roku* omawia najważniejsze problemy związane z funkcjonowaniem polskiego rynku gazu ziemnego w okresie trwającej na dobrą sprawę po dzień dzisiejszy transformacji. Wspomniane w tytule przemiany są definiowane przy pomocy narzędzi charakterystycznych dla nauk o polityce i administracji w uzupełnieniu o elementarne podstawy analizy ekonomicznej, bez której nie było możliwości odpowiedniej interpretacji problemów badawczych przedstawionych w pracy i poddanych zarówno cząstkowej, jak również sumarycznej, a więc i końcowej ocenie. Autorka pracy zastosowała połączenie tych dwóch dziedzin nauki w celu uzyskania jak najbardziej przejrzystego, a tym samym zgodnego z rzeczywistością obrazu polskiego sektora gazu ziemnego. Pozwoliło to również nakreślić perspektywy na przyszłość z zastrzeżeniem, iż te ostatnie są formułowane głównie w przedziale krótko i średnioterminowym. Tak przyjęta strategia pracy jest niezbędna w celu możliwie najlepszej weryfikacji przyjętych założeń i artykułowanych wniosków, w końcu również hipotezy przedstawionej we wstępie pracy. Odnosząc się do powyższego należy w sposób jednoznaczny podkreślić, iż długoterminowe prognozy są zbyt mocno obciążone dynamiką zachodzących zmian w przestrzeni szeroko definiowanej globalizacji, a ponadto potęgowane tempem procesów globalnych, aby można się na nich opierać, jako na fundamencie rozważań. Brak wyrazistego przedziału czasowego w tytule pracy jest zabiegiem celowym, nie zaś pominięciem takowego przez doktorantkę. Analiza obejmuje co prawda wszystkie istotne kwestie bieżącej polityki energetycznej realizowanej przez państwo polskie, przy czym trudno nie sięgnąć do genezy możliwości i ograniczeń naszego sektora. Bez tego zabraknie fundamentu koniecznego do nakreślenia scenariuszy na przyszłość. Z kolei bez tych ostatnich praca nie miałaby poza zapisem faktograficznych głębszego sensu naukowego. Stąd też koniecznym jest częste odwoływanie się do historii, zarówno polskiego, jak również europejskiego sektora gazowego. Dlatego też taki, a nie inny wymiar czasowy przyjęła autorka pracy doktorskiej w celu jak najlepszego przeanalizowania obszaru badań¹.

¹ C. Goes, E. Beckers, *The Impact of Geopolitical Conflicts on Trade, Growth, and Innovation*, World Trade Organisation, https://www.wto.org/english/res_e/reser_e/ersd202209_e.htm [dostęp: 18.04.2024]; T.P.

Niezależność energetyczna pozostaje niezmiennie kluczowym celem dla decydentów odpowiedzialnych za realizację zadań wynikających z racji stanu. Przy czym, co warto zauważyć, katalog osób odpowiedzialnych za te ostatnie jest niezwykle szeroki dotykający niemalże wszystkich dziedzin życia, za które odpowiedzialni są politycy oraz realizujący poszczególne szczegółowe cele, aparat administracji państwa. Suwerenność energetyczna to również istotny, można zaryzykować stwierdzenie, iż niezbędny, element kultury strategicznej zarówno podmiotów indywidualnych relacji międzynarodowych, jakim są państwa, jak również zinstytucjonalizowanych, których przykładem są organizacje międzynarodowe. Bez wątplenia do takich możemy zaliczyć wielkie korporacje, które w trwającym obecnie etapie globalizacji zaczynają odgrywać rolę kluczową dla funkcjonowania całego światowego obiegu gospodarczego. Innym, oddziałującym ze szczególną siłą na nasz sektor energetyczny elementem „geopolitycznych puzzli”, jest Unia Europejska.. Bez spójnej, solidarnej europejskiej polityki bezpieczeństwa energetycznego nie będzie możliwości realizacji długofalowych celów wynikających z naszej racji stanu. Każdy rozwinięty gospodarczo, jak również społecznie, kraj posiada własną, często długofalową strategię bezpieczeństwa energetycznego. Tak jest również w przypadku Polski. W ramach analizy problematyki transformacji energetycznej koniecznym jest uwzględnienie jej wielopłaszczyznowego charakteru. Należy przy tym czerpać z szeregu doświadczeń, wynikających ze zdarzeń mających miejsce w przeszłości². Dynamika postępu mierzona czynnikami wpływu: gospodarczym oraz społecznym, przy uwzględnieniu uwarunkowań technologicznych ma istotne znaczenie na wybory dokonywane przez decydentów, zarówno na szczeblu krajowym, jak i ponadnarodowym, w obszarze polityki energetycznej. Przyjęta przez państwo, ale co należy zaznaczyć – często modyfikowana strategia energetyczna, jest generowana w oparciu o istniejące możliwości oraz ograniczenia zarówno miejscowego rynku energetycznego, jak i tego o szerszym znaczeniu, ale nie mniej ważnego, europejskiego. W przypadku analizy rynku w celu ugruntowania słuszności wdrażanej strategii energetycznej koniecznym jest zwrócenie uwagi także na poszczególne jej elementy, takie jak dostępność surowców energetycznych mierzona zarówno możliwością ich pozyskania ze źródeł krajowych oraz zagranicznych, jak również przebiegiem oraz przepustowością linii przesyłowych. Wynikiem postępu, który dokonał się w sektorze

² Wiśniewski, *Transformacja energetyczna a postęp technologiczny i społeczno-gospodarczy, Transformacja rynków energii, Gospodarka. Klimat. Technologia. Regulacje*, Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 2022, s. 110.

energetycznym w jego gazowej części, jest również konieczność uwzględnienia tras przesyłu LNG, przy jednoczesnym uwzględnieniu bezpieczeństwa transportu morskiego. W tym ostatnim przypadku staje się to o tyle istotne, iż LNG zaczyna być podstawowym źródłem zaopatrzenia w gaz ziemny, co jest wynikiem nie tylko zmian w sferze technologii produkcji i technik transportu surowca, ale także pochodną sankcji nałożonych na największego dostawcę gazu ziemnego na kierunku europejskim, czyli Federację Rosyjską³.

Relatywnie często na decyzje dotyczące kierunku, z którego mają być realizowane dostawy, wpływ mają czynniki w postaci możliwości eksploatacyjnych źródła dostaw, wiarygodności kontrahentów oraz cały wachlarz uwarunkowań politycznych z położeniem geopolitycznym państwa importera włącznie. Stąd też, zdaniem autorki pracy, polityka bezpieczeństwa energetycznego stanowi znacznie szerszy obszar rozważań, nie odnoszący się tylko i wyłącznie do problemu bezpieczeństwa w ujęciu ekonomicznym. Obecnie to właśnie czynnik polityczny wydaje się w tej mierze decydujący. Stąd też w ramach oceny polskiego sektora energetycznego szczególnego znaczenia nabierają nasze relacje z sąsiadami, w tym z Federacją Rosyjską oraz Republiką Federalną Niemiec oraz, co wydaje się dla autorki rozprawy doktorskiej oczywiste – z instytucjami Unii Europejskiej odpowiedzialnymi za kreowanie europejskiej polityki bezpieczeństwa energetycznego. Stanowią one dla nas kluczowy punkt odniesienia w obszarze kształtowania polityki państwa polskiego w sferze suwerenności energetycznej w ostatnich trzech dekadach. Unia Europejska, definiowana całym obszarem państw wchodzących w skład organizacji, nie posiada odpowiednich, to znaczy strategicznych i umożliwiających samodzielność energetyczną, pokładów gazu ziemnego. Powoduje to konieczność sprowadzania surowca z zewnątrz, co przekłada się na silne uzależnienie od państw importerów surowca. Wraz z wyczerpywaniem się własnych pokładów gazu ziemnego widoczny jest szybki wzrost dynamiki tego procesu. Unia Europejska, mierzona jako całość, ale i również w kontekście samodzielnych podmiotów organizację tworzących, zmuszona jest sprostać wielu istotnym wyzwaniom w dziedzinie energetyki. Wśród nich na szczególną uwagę zasługują: zwiększenie zależności od importu surowca, wysokich i co gorsza mocno niestabilnych cen surowców energetycznych, jak również rosnący ogólnoswiatowy popyt na energię, co związane jest z postpandemicznym wzrostem gospodarczym, zwłaszcza azjatyckich

³ W. Dolega, *Wybrane aspekty krajowego technicznego poziomu bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN” 2023, nr 109, s. 45–64.

gospodarek. Wśród innych problemów na uwagę zasługują te, związane z problemami bezpieczeństwa państw – eksporterów surowca, ale i tych stanowiących pomost tranzytowy na kierunku docelowym. Zmiany w postrzeganiu roli i znaczenia surowców energetycznych, co jest pochodną negatywnych zjawisk mających miejsce w obszarze środowiska naturalnego, również bezpośrednio wpływają na obecny stan rzeczy oraz postrzeganie sektora surowców energetycznych. Gaz ziemny będzie odgrywał jeszcze przez co najmniej dwie dekady kluczową rolę w gospodarce państw Unii Europejskiej, jako paliwo pomostowe umożliwiające w miarę płynne przejście gospodarek europejskiej na odnawialne źródła energii.

Powyżej zasygnalizowane problemy dotyczą również polskiego sektora energetycznego. Należy przy tym zauważyć, iż w obszarze OZE są one znacznie większe niż pozostałych państw tworzących Wspólnotę. Polska gospodarka, opierająca się na węglowodorach, zwłaszcza węgla kamiennym oraz brunatnym, nie jest gotowa na daleko idącą transformację systemu energetycznego. Po części jest to wynikiem schedy po okresie PRL, kiedy to nasz system energetyczny zbudowany został w oparciu o węgiel kamienny, jak również – choć w mniejszym stopniu – brunatny. Z drugiej strony nie można nie zauważyć, iż w obszarze dekarbonizacji oraz wdrażania nowych technologii, koniecznych dla sprawnego działania systemu OZE, zmarnowano co najmniej dekadę, wybierając zachowawczy model zarządzania nadciągającym kryzysem energetycznym. O tym również jest niniejsza praca, choć w kontekście gazu ziemnego jako paliwa pomostowego, które może umożliwić nam w miarę płynne przejście z obecnego systemu na ten pożądany. Nie może przy tym również zabraknąć odniesień do nowych technologii w zakresie poszukiwań, eksploatacji niekonwencjonalnych złóż surowca oraz „erze wodorowej”, która zbliża się do nas przysłowiowymi szybkimi krokami⁴.

Trudno więc nie zauważyć, biorąc pod uwagę powyżej zasygnalizowane w streszczeniu problemy, iż skala wyzwań oraz będących wynikiem tych wyzwań problemów jest znaczna, stąd też tak istotna wydaje się być współpraca z instytucjami Unii Europejskiej odpowiedzialnymi za europejski sektor gazowy. Współpraca ta musi się opierać na dwóch filarach: pozyskiwaniu środków finansowych na niezbędne dla naszego bezpieczeństwa energetycznego w segmencie gazowym inwestycje, jak również współudziale w budowie

⁴ D. Micek, M. Kocór, B. Worek, A. Szczucka, *Spoleczne uwarunkowania funkcjonowania klastrów energii w Polsce, Raport podsumowujący analizę studium przypadku wybranych klastrów*, Kraków 2021, s. 13.

wspólnej polityki energetycznej, która może zrekompensować Europie brak dostępu do pokładów tego cennego surowca.

Słowa kluczowe: sektor energetyczny, polityka bezpieczeństwa energetycznego, kultura strategiczna państwa, gaz ziemny

SUMMARY

This PhD dissertation entitled *Political, economical and technical aspects of the changes in the natural gas sector in Poland after the 1989 political transformation* covers the crucial issues of Polish natural gas market functioning within the transformation period which actually lasts until today. These changes are defined with use of analytical tools characteristic for political science and public administration academic discipline together with basic framework of economical analysis – without them it wouldn't be possible to interpret main research problems (subjected later to partial and comprehensive evaluation) indicated in this thesis. An Author decided to combine mentioned analytical tools from various disciplines with a view to provide most objective and real picture of Polish natural gas market sector - it also made possible to formulate particular predictions however with restrain about their short and medium length reliability. Implemented structure of provided dissertation is thus indispensable for verification of preconceived assumptions and articulated conclusions together with main hypothesis stipulated in the Introduction. One should also underline with this context that longterm prognosis are highly risky in the scope of globalization processes thus it's problematic to rely on and perceive them as a fundamental base for this particular research. The particular clear dividing line in the thesis title has not been indicated with a purpose. Although this analysis covers all important daily issues in Polish energy policy it would be unreasonable not to analyze both capacities and limitations of our natural gas sector. It should make eventual predictions possible – without them provided thesis would be limited to simple descriptions and would not fulfill its scientific ambitions. For this reason an Author decided to analyze the broad perspectives and this particular time period together with reference to the history of both Polish and European gas sector⁵.

⁵ T.P. Wiśniewski, *Transformacja energetyczna...*, op. cit., s. 110.

Energy independence remains key purpose for political decision makers who are responsible for maintaining particular *raison d'etat*. Energy independence is also important, one can say indispensable, component of any strategic culture - both for states and institutionalized international actors i.e. international organizations and transnational corporations that under current globalization conditions are starting to play key role in shaping entire world economic circulation. The European Union remains another important actor in this geopolitical puzzle which has especially strong impact on our energy sector. Our long-term *raison d'etat* aims cannot be achieved without comprehensive European energy security policy. Every economic and socially developed country does have its own long-term energy security strategy; so does Poland. Within the framework of energy transformation analysis one should acknowledge its multi-faceted character and base on previous past events. The development dynamics – measured by economic, social and technological impact factors – has key role in decisionmaking process in the domestic and international area of energy policy⁶. Energy strategy, hired and often modified by the states, is formulated on the base of current capabilities and limitations with reference to both local and broader understood European energy market. In the energy strategy construction process one should underline its particular components like energy resources availability (both domestic and external) and also location and bandwidth of existing transfer lines. Due to development in natural gas energy sector one should put attention to LNG transfer lines and safety of the maritime transport. The LNG becomes main natural gas resource due to technological development in its production and particular maritime transportation progress. Another reason for this growing importance are international sanctions imposed on the main natural gas supplier for Europe i.e. Russian Federation.

The eventual state decisions about future natural gas import direction are motivated by several factors like: the exploitation capabilities of natural gas deposits, contractors credibility and other plenty political determinants together with import country geopolitical location. For this reason, according to an Author, energy security policy is not limited only to the economic security – currently the political factor seems to be dominant thus Poland's relations with the neighbors gain a special meaning here especially with the Russian Federation, Federal Republic of Germany and – what is quite obvious for an Author- with the European Union institutions responsible for shaping common European energy security

⁶ A. Checchi, A. Behrens, Ch. Egenhofer, *Long-Term Energy Security Risks for Europe: A Sector-Specific Approach*, "SSRN Electronic Journal" 2009, nr 309, s. 5–9.

policy. Poland's energy independence (during last 30 years) is strictly linked with country's EU membership. The European Union does not have proper natural gas resources for providing energy independence to all member states thus the import becomes necessity leading to strong dependence on natural gas export countries. The increasing dynamics is clearly visible in this process especially when own natural gas resources are running out. The European Union must face crucial challenges in the energy sector – the increasing import dependency is only one among many together with high and constantly increasing unstable prices, growing worldwide energy demand due to postpandemic economical growth, especially of the Asian economies. The export and transit countries security problems are also important. Finally, the energy resources sector and its perception within the context of natural environment threats is shifting and being questioned⁷. For the next 20 years natural gas will be a transitional fuel for the EU countries on the path towards common EU renewable energy resources based economy.

The Polish energy sector is also dealing with above mentioned problems and issues, especially –in comparison to other EU countries – in our renewable energy resources sector. Polish economy – strongly based on hydrocarbons like bituminous and brown coal – is not ready for deep transformation in the energy system. The communist heritage and that time energy system based on coal do have an impact on this issue. Adoption of conservative crisis management model towards incoming energy crisis wasted at least decade in the decarbonization and implementation of new technologies process. The provided dissertation also covers that problems however with major focus on natural gas perceived as transitional fuel thus thesis also covers issues such as meaning of new technologies, exploitation of unconventional energy resources and rapidly approaching “hydrogen era”.

The broad scale of challenges and problems, as indicated above in forwarded summary, makes the cooperation with the EU institutions, those responsible for European natural gas sector, a necessity. This cooperation must be based on two pillars: obtaining financial resources for investments in the gas segment necessary for our energy security, as well as participating in the construction of a common energy policy that can compensate Europe the lack of access to deposits of this valuable resource.

Keywords: energy sector, energy security policy, strategic culture of the state, natural gas

⁷ S. Mrozowska, J. Wendt, K. Tomaszewski, *The Challenges of Poland's Energy Transition*, “Energies” 2023, nr 16, s. 5–10.

WSTĘP

Bezpieczeństwo człowieka jest pojęciem bardzo szerokim, wręcz wymykającym się klasyfikacji z obrębu tylko jednej dziedziny nauki. Możemy rozważać to pojęcie wielopłaszczyznowo i wieloaspektowo, poczynając od podstawowych potrzeb, których zapewnienie dawało człowiekowi poczucie bezpieczeństwa, a kończąc na bardzo wyrafinowanych formach zabezpieczeń ludzkiego życia i zdrowia. Może być ono postrzegane jako racjonalna potrzeba, która wymaga spełnienia, albo irracjonalne zachowanie, nieposiadające żadnego umocowania w rzeczywistości. Ludzie mogą czuć się zagrożeni w związku z ilością spraw, na które mają wpływ lub też ich wpływ jest ograniczony. Nic dziwnego więc, iż zarówno oni, we własnym zakresie, jak również reprezentujący ich decydenci podejmują szereg czynności na rzecz poprawy stanu bezpieczeństwa. Rozważając kwestię polityki bezpieczeństwa, realizowanej przez państwo, można mieć na myśli szereg istotnych spraw dla funkcjonowania jednostki, jak również ogółu definiowanego poprzez społeczność, społeczeństwo lub naród. Tak postrzegane bezpieczeństwo staje się elementem kluczowym ludzkiego życia. Y.N. Harari w książce o rozwoju ludzkości przedstawia najstarsze formy walki o własne bezpieczeństwo, jak i walki o przetrwanie. Te ostatnie jest jednym z najstarszych atawizmów zakorzenionych w ludzkiej naturze⁸.

Mając to wszystko na uwadze nie dziwi fakt, że obecnie tak wiele uwagi poświęca się właśnie temu zagadnieniu, nie tylko w państwach zagrożonych konfliktami czy kataklizmami naturalnymi, ale również w miejscach, wydawać by się mogło, relatywnie spokojnych. Państwa o niestabilnej sytuacji politycznej, społecznej czy też co coraz częstsze – ekonomicznej narażone są na znacznie większe koszty w obszarze szeroko definiowanej potrzeby zapewnienia bezpieczeństwa. Jednocześnie państwa charakteryzujące się stabilną sytuacją dokładają wielu starań, aby ten stopień stanu bezpieczeństwa utrzymać lub jeśli to możliwe podnieść⁹.

Opisane powyżej działania dotyczą w zasadzie każdej sfery życia, zarówno jednostki, jak i społeczeństwa. W ujęciu społecznym ci, którzy sprawują władzę, powinni dbać o tych, w imieniu których piastują urząd. Nakłada to na państwo wiele obowiązków w tym zakresie.

⁸ Y.N. Harari, *Sapiens. Od zwierząt do bogów*, Warszawa 2012, s. 8.

⁹ W. Pokruszyński, *Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka*, Warszawa 2012, s. 13.

Czym bardziej rozwinięta kultura i gospodarka, tym szerzej jawi się pojęcie bezpieczeństwa. Wraz z postępowaniem wzrasta świadomość jednostki, a co za tym idzie, rozszerzeniu ulega strefa bezpieczeństwa, która wymaga ochrony, a jednostka oczekuje stałego poszerzania tej ochrony¹⁰.

Należy przy tym podkreślić, iż wzrasta znaczenie bezpieczeństwa ekonomicznego, stanowiącego w coraz większym stopniu fundament pod określającą rolę, funkcję i znaczenie państwa kultury strategicznej. W rozprawie doktorskiej jej autorka podejmie się rozważań nad polityką bezpieczeństwa energetycznego w jego gazowej części. Samo pojęcie bezpieczeństwa energetycznego jest trudno definiowalne ze względu na szereg składowych definicji, modelu jak również zmieniającej się rzeczywistości rozumianej w wymiarze politycznym jak również technicznym. Biorąc to wszystko pod uwagę można uznać, że bezpieczeństwo energetyczne jest to: „stan gospodarki umożliwiający pokrycie bieżące i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię, w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony”¹¹. Definicja ta daje jednak tylko ogólny zarys zagadnieniu poprzedzające bezpieczeństwo energetyczne polityki. Wskazuje jednak na kilka kluczowych elementów, które należy rozważyć, przy badaniu zjawisk dotyczących polityki bezpieczeństwa energetycznego.

W oparciu o tak wstępnie scharakteryzowane zjawisko przyjęto, iż niniejszy doktorat w założeniu powinien wypełnić następujące zadania badawcze:

- charakterystyka rynku gazu ziemnego w Polsce;
- określenie geopolitycznych czynników wpływających na bezpieczeństwo energetyczne państwa;
- charakterystyka polityki bezpieczeństwa energetycznego Rzeczypospolitej Polskiej w jego gazowej części w oparciu o istniejące strategie, dokumenty;
- metody dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego jako element polityki bezpieczeństwa energetycznego państwa w ujęciu węższym, jak również szerszym, wybiegającym poza pragmatykę działań podejmowanych przez władze państwowe w stosunku do zapotrzebowania rynku wewnętrznego¹². Istotne przy tym jest przeprowadzenie prawidłowej kwerendy literatury

¹⁰ *Ibidem*, s. 13.

¹¹ A. Szafrąński, *Prawo energetyczne wartości i instrumenty ich realizacji*, Warszawa, 2014, s. 191.

¹² D. Całus, J. Flaszka, K. Szczepański, A. Michalski, R. Luf, *Możliwości i Horyzonty ekoinnowacyjności*, Warszawa 2017, s. 40–53.

naukowej, weryfikacja problemów, zagadnień w końcu hipotezy, w oparciu o materiały źródłowe, prace monograficzne, artykuły w drukach zwartych oraz pozycje netograficzne. Przeprowadzona kwerenda obejmuje literaturę przedmiotu badań naukowych, zarówno polską, jak również zagraniczną. Wszystko to, w połączeniu ze skutecznie wykorzystaną metodą studium przypadku, pozwala postawić tezę, iż: *Bezpieczeństwo energetyczne Polski, definiowane w dużym stopniu poprzez dywersyfikację jego dostaw, mierzoną potrzebami politycznymi, powoduje niekorzystny dla gospodarki, przemysłu oraz sfery usług, wzrost kosztów, zarówno tych w wymiarze gospodarczym, jak również politycznym i społecznym. Konieczne jest więc dokonanie głębszej analizy procesów zachodzących w obszarze produkcji, sprzedaży oraz przesyłu gazu ziemnego, w oderwaniu od czynnika politycznego, mimo iż ten ostatni zdaje się odgrywać kluczową rolę w kształtowaniu rodzimego rynku gazu ziemnego.*

Ocena ta musi więc uwzględniać szerszy horyzont spraw i problemów, obejmujący swoją istotą wiele mechanizmów gospodarczych, stanowiących o sile i znaczeniu państwa, zarówno w obszarze jego wewnętrznych, jak i zewnętrznych zobowiązań. Musi odwoływać się do wpływów polityki – tej generowanej racją stanu, jak również realizowanej na co dzień, często w ramach walki politycznej, podejmowanej w ramach polityki energetycznej zarówno na szczeblu państwowym, jak również szerszym, międzynarodowym. Tylko takie podejście do obszaru badawczego umożliwi wygenerowanie obrazu w oparciu o rzeczywistość, a nie tylko deklarowaną sytuację polskiego rynku gazowego. Jednocześnie pozwoli to określić lub przynajmniej zasygnalizować najkorzystniejsze kierunki rozwoju sektora gazowego w Polsce oraz nakreślić prognozy na przyszłość w tym zakresie¹³.

Weryfikacja postawionej hipotezy wymaga odpowiedzi na szereg pytań związanych, z jednej strony, z istniejącymi zagrożeniami wynikającymi z zależności od jednego dostawcy, czego byliśmy świadkami niemalże przez trzy dekady po zmianach 1989 roku, z drugiej strony z aspektami ekonomicznymi, dotyczącymi zakontraktowania alternatywnych dostaw. W tym wypadku istotna jest realna ocena potencjalnego zagrożenia wynikająca z braku dywersyfikacji dostaw, tzn., że zasadnicze pytanie brzmi: czy wspomniane zagrożenie jest realne. Ponadto należy ustalić, czy dalsze zwiększenie stopnia dywersyfikacji dostaw jest

¹³ H. Kissinger, *Dyplomacja*, Warszawa 2016, s.4.

realnie możliwe oraz czy niweluje powyższe potencjalne zagrożenie. Kluczowa wydaje się także analiza aspektu ekonomicznego, innymi słowy: czy poniesione koszty są adekwatne w stosunku do potencjalnego ryzyka w sytuacji braku inwestycji w zwiększenie zakresu dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego¹⁴.

Istotną rolę w prawidłowej analizie problemów badawczych zawartych w pracy odgrywają hipotezy pomocnicze. Pierwsza z nich głosi, iż: *wzrost konsumpcji gazu ziemnego zwiększa jego rolę i znaczenie w obszarze polityki bezpieczeństwa energetycznego oraz jego udział w debacie politycznej, zarówno w wymiarze krajowym, jak również zagranicznym, co nie pozostaje bez znaczenia dla kształtowania kultury strategicznej państwa, racji stanu czy też szerszej relacji globalnych*. Druga z postawionych hipotez szczegółowych, będących dopełnieniem hipotezy głównej, zakłada, iż: *możliwość zapewnienia bezpieczeństwa gazowego we własnym zakresie korzystnie wpływa na bezpieczeństwo państwa w wymiarze politycznym, ekonomicznym oraz społecznym, mierzonym zarówno w obszarze całego kraju, jak również definiowanego poprzez pryzmat uwarunkowań regionalnych*. Zasoby gazowe – zarówno Polski, jak i Europy – są ograniczone. Sytuacja ta wymusza poszukiwanie dostawców poza UE oraz alternatywnych metod transportu surowca, co może niekorzystnie wpływać na kształtowanie się jego ceny. W tym przypadku istotne jest przyjrzenie się mechanizmom podaży i popytu. Stąd też pewnym rozwiązaniem może się okazać posiadanie na własność pokładów gazu ziemnego w państwach trzecich, uwzględniając przy tym ich stabilność oraz perspektywy w tym zakresie w przedziale średnio i długookresowym. Te ostatnie, jak już wspomniałam wcześniej, mogą okazać się trudne do wyznaczenia, zdefiniowania. Częstkowa ocena rynku gazu ziemnego, w głównej mierze zrealizowana w oparciu o specyfikę dyscypliny nauki o polityce i administracji, zrealizowana w ramach niniejszej rozprawy doktorskiej, pozwoli określić zapotrzebowanie na surowiec oraz ustalić proporcję pomiędzy wydobyciem, a konsumpcją, co stanowi niezwykle istotny element oceny sumarycznej całego sektora energetycznego. Stąd też koniecznym, zdaniem autorki dysertacji, było postawienie trzeciej hipotezy szczegółowej, która uwzględnia fakt, iż: *istnieje możliwość rekompensowania różnic w cenie zakupu surowca przez stronę polską poprzez dalsze odsprzedawanie nadwyżek importu, jest to jednak warunkowane sytuacją na arenie międzynarodowej oraz wynikającymi z tego zależnościami o charakterze politycznym, które często przeważają nad rachunkiem zysków i strat po stronie ekonomicznej naszych*

¹⁴ K. Brzezinski, *Weryfikacja i testowanie, Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne*, Warszawa 2010 s. 139–140.

rozważań. Analiza dokonana przez autorkę rozprawy doktorskiej, odnosząca się do obecnych oraz planowanych dostaw gazu ziemnego do Polski, pozwala sądzić, iż w przyszłości mogą wystąpić nadwyżki strony podażowej nad stroną popytową ze strony rynku wewnętrznego.

Układ oraz konstrukcja pracy doktorskiej oparta jest na typowym dla prac naukowych podziale na rozdziały oraz podrozdziały. Rozdział pierwszy zawiera omówienie zakresu tematycznego w wymiarze teoretycznym i historycznym, szczególnie w odniesieniu do genezy pojęcia bezpieczeństwa gazowego oraz polityki energetycznej. Szczególna uwaga została poświęcona definiowaniu pojęcia bezpieczeństwa gazowego z perspektywy badacza realizującego swoje cele naukowe w obszarze nauk o polityce i administracji. To właśnie w oparciu o metody, narzędzia badawcze z zakresu przywołanej dyscypliny praca *Polityczne, gospodarcze i techniczne aspekty przeobrażeń sektora gazu ziemnego w Polsce po przełomie 1989 roku* stanowi podstawę dla dalszych rozważań.

Dysertacja została podzielona na pięć rozdziałów i poddana fragmentyzacji na szereg podrozdziałów tematycznych, o większej szczegółowości. Pierwszy rozdział poświęcony został zagadnieniom teoretycznym umiejscawiającym przedmiot naszych badań, czyli politykę bezpieczeństwa energetycznego w ujęciu interdyscyplinarnym. Kolejne rozdziały zostały poświęcone zagadnieniom koncentrujących się na zasobach gazu ziemnego, możliwościach produkcyjnych, imporcie surowca oraz tendencjom, które obecnie rządzą rynkiem paliw lub też w ramach metody scenariuszowej – rządzić będą w przyszłości. Jeden z rozdziałów autorka pracy poświęciła problematyce znaczenia członkostwa Polski w UE dla rozwoju naszego rynku gazu ziemnego, w tym zwłaszcza ocenie poziomu jego bezpieczeństwa. Ostatni rozdział to rozważania na temat możliwości fundamentalnych zmian na europejskim rynku surowców energetycznych, z jednoczesnym zasygnalizowaniem możliwości i ograniczeń strony polskiej w tym obszarze.

Badania naukowe przeprowadzono w oparciu o szereg metod badawczych, wykorzystywanych w naukach o polityce i administracji, choć nie brakowało również – w ramach pewnej interdyscyplinarności – odniesień do tych narzędzi i metod, które częściej wykorzystuje się w naukach o bezpieczeństwie. Zastosowano więc charakterystyczne dla szkoły kopenhaskiej, która wydaje się być najbliższa tradycyjnemu podejściu w poszukiwaniu przez naukowca lub adepta naukowego odpowiedzi na nurtujące go pytania. Szkoła kopenhaska wychodzi z założenia, iż stosunki międzynarodowe, w przeciwieństwie do tych kształtowanych na poziomie państwa, są mocno determinowane postawami

anarchicznymi wynikającą z braku scentralizowanej władzy. Metoda ta, co zdaniem autorski jest szczególnie cenne, koncentruje się na szeregu istotnych z punktu widzenia badaczki aspektach, w tym politycznych, społecznych, ekonomicznych, militarnych oraz ekologicznych. Naukowcy, wywodzący się z kręgu szkoły kopenhaskiej, analizowali wzajemny wpływ przywołanych powyżej pięciu sektorów.

Tabela 1. Sektory analizy problemów badawczych kręgu Szkoły Kopenhaskiej

Sektor	Polityczny
Sektor	Społeczny
Sektor	Ekonomiczny
Sektor	Militarny
Sektor	Ekologiczny

Źródło: opracowanie własne na podstawie, B. Buzan, O. Wæver, J. DE. Wilde, *Security: A New Framework for Analysis*, Lynne Rienner Publishers, Colorado, London 1998, s. 239.

W ramach prowadzonych badań uczeni z kręgu szkoły kopenhaskiej próbowali także określić, jakie konkretne zjawiska stanowią zagrożenie (brak bezpieczeństwa) oraz jaki może być sposób na likwidację lub przynajmniej osłabienie zagrożeń. Istotnym przy tym było skoncentrowanie się na wpływie, jakie powyższe zagrożenia mają na otoczenie zewnętrzne.

Wybór szkoły kopenhaskiej wynika również z faktu, iż jako jedyna zakłada holistyczne podejście to tematu. Szkoła kopenhaska, w przeciwieństwie do tradycyjnego ujęcia bezpieczeństwa, nie przyjmuje, iż to ostatnie ma wartość stałą. Bezpieczeństwo jest za to postrzegane jako proces społeczny, który musi nastąpić, bowiem jest częścią składową życia w ujęciu społeczeństwa, a przy tym również jednostki. Właśnie w tak definiowanym przez szkołę kopenhaską ujęciu, obywatele, którzy w koncepcji tradycyjnej, nie byli brani pod uwagę, jako strona, stali się partnerami zachodzących procesów, wychodząc w sposób znaczący poza schemat władza – społeczeństwo. Te ostatnie, w myśl celów, jakie wyznaczyła sobie szkoła kopenhaska, należy przekonać i to jest właśnie zadanie decydentów o możliwości wystąpienia potencjalnego zagrożenia po to, aby móc przełożyć założenia teoretyczne na język konkretów.

Bezpieczeństwo energetyczne jest pojęciem szerokim i nie dającym się zamknąć w jednej tylko dziedzinie czy płaszczyźnie. Teoria studiów krytycznych, w ujęciu

kopenhaskim, pozwala uwzględnić różnorodny charakter tego zagadnienia. Podejmując się pisania rozprawy doktorskiej, a zwłaszcza będącej fundamentem jej wcześniejszych badań, analizując politykę bezpieczeństwa energetycznego należy uwzględnić nie tylko szereg aspektów wewnętrznych, ale również otoczenie międzynarodowe, którego wpływ w dobie globalizacji jest niezwykle istotny i wykazuje poważną, dalszą dynamikę zachodzących procesów. Ponadto istotne wydaje się również zwrócenie szczególnej uwagi na fakt, iż analizowane przez autorkę rozprawy trzy dekady od momentu uzyskania przez państwa środkowoeuropejskie, w tym Polskę, pełnej suwerenności zaowocowały dynamicznymi zmianami kulturowymi w imię zasady rządzącej ekonomią społeczną, iż przesunięcie punktu ciężkości – z konkurencyjności w stronę współpracy – pozostaje zgodne z teorią kompleksów bezpieczeństwa. W związku z tym jest zjawiskiem pozytywnym i wskazanym. I właśnie zastosowanie założeń kompleksów bezpieczeństwa stanowi podstawę teorii wyjaśniającej¹⁵.

Nie mniej istotnymi metodami uwzględnionymi w ramach prowadzonych badań naukowych, jak również w okresie pisania samej rozprawy doktorskiej, były metody charakterystyczne dla nauk o polityce i administracji, a więc: studium przypadku, analiza porównawcza i metoda scenariuszowa. Ta pierwsza pozwala na wybór najbardziej istotnych, często kluczowych problemów, które następnie zostają poddane analizie w celu wyciągnięcia odpowiednich, to znaczy jak najbardziej trafnych wniosków. Ta ostatnia pozwala na ustalenie możliwości rozwoju przyszłej sytuacji na rynku surowców energetycznych, w tym również ograniczeń, które wynikają ze zróżnicowanych problemów, często będących niezależnymi od państw, organizacji podejmujących się realizacji polityki bezpieczeństwa energetycznego. Nie mniej istotna jest metoda analizy porównawczej, która pozwala nam na określenie tempa przemian, mających miejsce w okresie trzech dekad w polskim sektorze energetycznym, w szczególności, co zgodne z tematem pracy, jego gazową częścią¹⁶.

Rozprawa doktorska *Polityczne, gospodarcze i techniczne aspekty przeobrażeń sektora gazu ziemnego w Polsce po przełomie 1989 roku* ma swoistą cezurę czasową. Obejmuje ona okres trzech ostatnich dekad, począwszy od 1989 roku, czyli swoistej cezury czasowej odgraniczającej Polską Rzeczpospolitą Ludową od Rzeczpospolitej Polskiej, co definiowane było kluczowymi zmianami politycznymi, gospodarczymi, w końcu również,

¹⁵ A. Podraza, *Bezpieczeństwo energetyczne Polski w kontekście neoimperialnej polityki Rosji oraz współpracy europejskiej i transatlantyckiej: Polska jako hub gazowy*, „Sprawy Międzynarodowe, Instytut Studiów Politycznych PAN” 2020, t. 73, nr 1, s. 135–161.

¹⁶ K.J. Helnarska, *Podstawowe metody badawcze w politologicznych pracach doktorskich*, „Zeszyty Naukowe Akademii Sztuki Wojennej” 2009, t. 3, nr 76, s. 316–328.

co nie mniej ważne – społeczno-obyczajowymi. Cezurą zamykającą okres, który został poddany analizie, są czasy nam współczesne, definiowane konfliktem gospodarczo-politycznym na linii Moskwa – Bruksela – Waszyngton oraz militarnym Moskwa – Kijów. Mijając dekady to okres burzliwych często przemian społeczno-gospodarczych, zacieśnienia współpracy europejskiej, rozwoju niezależności energetycznej, powstania wspólnot lokalnych. Najważniejsza jednak była zmiana ustrojowa, która uniezależniła proces podejmowania decyzji od polityki ZSRR.

Praca ta, mimo wszelkiej staranności z jaką została napisana, nie jest pozbawiona pewnych ograniczeń, z czego doskonale zdaje sobie sprawę autorka rozprawy doktorskiej. Sam fakt zastosowania metody studium przypadku sprawia, że nie obejmuje ona wszystkich możliwych do analizy problemowej kwestii, a jedynie te wybrane (co może prowadzić do wniosku o subiektywności). Ponadto wielość istniejących materiałów i źródeł zmusza do subiektywnego oraz często selektywnego ich traktowania. W założeniu dysertacja ta ma stanowić skromne uzupełnienie istniejącego dorobku naukowego. Wydaje się również, że wnioski, wypływające z niniejszego opracowania, mogą pozytywnie wpływać na kształtowanie się polskiej polityki bezpieczeństwa.

ROZDZIAŁ PIERWSZY

POLITYKA BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO JAKO OBSZAR BADAŃ INTERDYSCYPLINARNYCH

W świetle prowadzonego przez badaczy problemu kultury bezpieczeństwa, będącej elementem szerszej konstrukcji o fundamentalnym znaczeniu dla państwa, czyli kultury strategicznej, nie może budzić zdziwienia fakt, iż szeroko definiowany problem bezpieczeństwa energetycznego wymaga znacznie bardziej pogłębionej niż dotychczas analizy. Ta ostatnia musi w większym stopniu ujmować kwestie wykorzystania surowców energetycznych, jako narzędzia kreacji rzeczywistości politycznej, ekonomicznej. Narzędzia, co trzeba dodać, tożsamego z bronią, stąd też definicja bezpieczeństwa energetycznego będzie musiała uwzględniać również czynnik militarny. Pojawia się coraz więcej opinii o konieczności zabezpieczenia przez NATO szlaków tranzytu surowców energetycznych. Przykład z sabotażem na rurociągu North Stream zdaje się nam uzmysławiać przyszłą skalę wyzwań. W związku z powyższym koniecznym staje się poszerzenie obszaru badań naukowych o kolejne elementy po to, aby dokonywane analizy uwzględniały zmieniającą się rzeczywistość¹⁷. Dokonując analizy problemu badań naukowych, realizowanego w ramach rozdziału pierwszego, autorka skoncentrowała się na kilku kluczowych pytaniach, w tym zwłaszcza o określenie podmiotowego oraz przedmiotowego charakteru polityki bezpieczeństwa energetycznego, jak również samego bezpieczeństwa energetycznego stanowiącego fundament tej pierwszej.

Trudno też nie rozpocząć charakterystyki tytułowej polityki bezpieczeństwa energetycznego bez przywołania, jak wstępu do prowadzonej analizy, pojęcia polityki bezpieczeństwa. Ta ostatnia, stanowiąca punkt wyjściowy niniejszych rozważań, jest postrzegana przez pryzmat działań państwa, które zmierzają do zapewnienia bezpieczeństwa, szczególnie w kontekście przedmiotowym – ustrojowym (ale również przez niektórych badaczy wymienianym: bezpieczeństwie publicznym, czy też pokojem społecznym)¹⁸. W innym sensie definiujemy politykę bezpieczeństwa jako rodzaj koncepcji politycznych

¹⁷ J. Piwowarski, *Kultura bezpieczeństwa a zarządzanie bezpieczeństwem*, „Studia i Materiały, Miscellanea Oeconomicae” 2014, nr 18, s. 87–102.

¹⁸ Można w tym przypadku zaryzykować opinie o możliwości zastosowania różnych gradacji koncepcji politycznych, np.: ideologia – doktryna polityczna – program polityczny.

bezpieczeństwa jako takiego, opartych o tradycyjne doktryny polityczne. W końcu też politykę bezpieczeństwa możemy definiować poprzez modele wyodrębnione z badań nad stosunkami międzynarodowymi odnoszące się do kluczowych paradygmatów teorii polityki: neorealnego, neoliberalnego, radykalnego i konstruktywistycznego¹⁹.

Badacz problemów z obszaru polityki bezpieczeństwa, Witold Pokruszyński, w przytoczonej poniżej definicji podkreśla, iż: „Pojęcie polityki bezpieczeństwa obejmuje, najogólniej ujmując, działania danego podmiotu w jakimś obszarze w celu osiągnięcia wcześniej przyjętych celów. To oznacza, że najpierw musiały być wyznaczone dalekosiężne cele przez politykę w danym, ważnym obszarze działania”²⁰. Inny badacz analizowanego problemu – Włodzimierz Fehler – stawiał nacisk na to, iż: „polityka bezpieczeństwa państwa to celowa, planowa i zorganizowana w ramach państwa oraz pod kierownictwem organów państwowych działalność podmiotów państwowych, społecznych i prywatnych, ukierunkowana na uzyskanie i utrzymanie optymalnego w danych warunkach poziomu bezpieczeństwa, połączona z tworzeniem rozwiązań zapewniających zdolność do sprawnej i skutecznej reakcji w odpowiedzi na pojawiające się wyzwania i materializujące się zagrożenia. Polityka bezpieczeństwa realizowana jest przez państwo, które funkcjonuje w określonych warunkach międzynarodowych i wewnętrznych”²¹. Analizując kolejne definicje polityki bezpieczeństwa państwa należy podkreślić, iż pomimo częstego używania problemu – zarówno przez badaczy, jak również decydentów politycznych – tegoż pojęcia, trudno doszukać się definicji, która jasno i wyraźnie wybrzmiałaby w zapisach ustawowych. Powinno to stanowić asumpt do przemyśleń dla osób kształtujących rzeczywistość w obszarze nauk o prawie. Z przytoczonej powyżej definicji Włodzimierza Fehlera wynika, iż politykę bezpieczeństwa możemy rozpatrywać zarówno z perspektywy szeregu koncepcji (myśli politycznej, doktryn), koncepcji wdrożeniowych (strategii, programów), poprzez działalność ustawodawczą²².

¹⁹ M. Czernicka, *Realizm i liberalizm w badaniach nad bezpieczeństwem i polityką bezpieczeństwa państwa*, „Przegląd Europejski” 2018, nr 1, s. 13.

²⁰ W. Pokruszyński, *Polityka, a strategia bezpieczeństwa*, Józefów 2011, s. 9.

²¹ W. Fehler, *O pojęciu polityki wewnętrznego bezpieczeństwa państwa*, „Studia Prawnoustrojowe” 2014, nr 23, s. 208.

²² *Ibidem*, s. 208.

Tabela 2. Zaszeregowanie definicji polityki bezpieczeństwa w oparciu o dobór kryteriów

Definicje polityki bezpieczeństwa	Kryteria z obszaru ideologii, doktryn, myśli politycznej
Definicje polityki bezpieczeństwa	Kryteria z obszaru możliwości wdrożeniowych (strategie, programy)
Definicje polityki bezpieczeństwa	Kryteria z obszaru nauk o prawie (z możliwą implementacją norm prawnych obejmujących inne obszary badań naukowych np.: ustawy, rozporządzenia Ministra Obrony Narodowej)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: W. Fehler, *O pojęciu polityki wewnętrznego bezpieczeństwa państwa*, „Studia Prawnoustrojowe” 2014, nr 23, s. 208.

Poddając analizie problem polityki bezpieczeństwa należy w sposób skrupulatny określić także zakres oraz obszar oddziaływania polityki bezpieczeństwa, a więc jej charakter przedmiotowy. Okazać się jednak może, że zakres ten jest, ze względu na mnogość zagrożeń, bardzo szeroki. Autor publikacji z zakresu obrony powietrznej, bezpieczeństwa narodowego i międzynarodowego, w tym publicznego, profesor Witold Pokruszyński nadmieniał, że: „Można zatem stwierdzić, że proces konstruowania polityki bezpieczeństwa narodowego, regionalnego czy globalnego powinien być poprzedzony sformułowaniem wiodących celów polityki bezpieczeństwa. To zaś wymaga operacjonalizacji głównych celów wyznaczonych przez politykę, dla której punktem odniesienia jest racja stanu i wynikające z niej interesy bezpieczeństwa. Natomiast definiowanie celów głównych powinno być kreowane w relacji do zagrożeń i wyzwań. Innymi słowy, każdemu rodzajowi wyzwania lub zagrożenia odpowiadają cele szczegółowe polityki. Należy więc określić tożsamość i specyfikę poszczególnych zagrożeń i wyzwań, intensywność ich oddziaływania oraz prawdopodobieństwo ich występowania w środowisku międzynarodowym”²³. Trudno z tak sformułowaną opinią, zawartą w definicji, się nie zgodzić.

Znacznie mniej problemów wzbudza definiowanie polityki bezpieczeństwa w oparciu o jej podmiotowy charakter. Służyć temu może zarówno konstytucja, w której mamy wymieniony, choć nie wprost, krąg osób odpowiedzialnych za szeroko definiowaną sferę bezpieczeństwa, jak również normy niższego rzędu, określającą obszar, zakres, w końcu charakter pracy instytucji wyspecjalizowanych²⁴.

²³ W. Pokruszyński, *Polityka, a strategia...*, *op. cit.*, s. 13–14.

²⁴ R. Klepka, *Bezpieczeństwo jako nowy paradygmat badawczy*, Kraków 2023, s. 5–7.

1.1. Geneza polityki bezpieczeństwa energetycznego

Gdyby prześledzić dzieje ludzkości od momentu, gdy pojawiły się pierwsze rysunki naskalne, a więc od chwili, gdy zaistniał rodzaj komunikacji pomiędzy czasami przeszłymi a teraźniejszością, można stwierdzić, iż szeroko rozumiane bezpieczeństwo stanowiło istotny element kształtujący życie człowieka. Człowiek pierwotny potrzebował wsparcia i ochrony przed siłami natury, poszukiwał ochrony przed dzikimi zwierzętami i starał się zabezpieczyć swoje podstawowe egzystencjonalne potrzeby. Stąd też pierwsze malowidła naskalne ukazują przede wszystkim sceny z polowań, bowiem zapewnienie pożywienia oraz schronienie stanowiły podstawę przeżycia. Energia pojawiła się później. Wynikiem obserwacji zjawisk zachodzących w przyrodzie dostrzeżono, iż ogień ma w sobie zarówno cechy niszczycielskie jak również pozwalające zwiększyć szanse na przeżycie gatunku ludzkiego. Chwila, w której zaczęto się nim posługiwać to czas, kiedy można przyjąć, iż narodziły się zręby polityki bezpieczeństwa energetycznego. Posiadając do dyspozycji instrument w postaci możliwości użycia ognia, ludzkość uzyskała szansę na zmianę nawyków żywieniowych, pojawiły się także możliwości ogrzewania schronień, co wydatnie przyczyniło się do poprawy standardów życia, wydłużając średnią życia ludzkiego. Ogień mógł być wykorzystany w różnych dziedzinach życia, poczynając od medycyny, na kwestiach militarnych kończąc. Z czasem ludzkość nauczyła się również korzystać z substancji łatwopalnych umożliwiającą wykorzystanie ognia w dłuższej perspektywie czasowej. Nie dziwi więc fakt, iż mit prometejski nawiązuje do nabycia możliwości wykorzystania ognia przez ludzkość jako kluczowego, przełomowego momentu w dziejach. Wskazuje również na jego polityczne znaczenie choćby w nawiązaniu do konfliktu na linii Prometeusz – ludzkość – bogowie. Stąd też teza o narodzinach polityki bezpieczeństwa energetycznego w starożytności wydaje się nie być oderwana od rzeczywistości i znajduje realne podstawy do formułowania myśli, opinii w tym obszarze interesującego nas zagadnienia. Według pracy monograficznej o narodzinach ludzkości *Homo Sapiens* Yuwala Noach Harari, izraelskiego historyka, ludzkość zaczęła się posługiwać ogniem około 300 tysięcy lat p.n.e.²⁵ Trudno jednak dywagować na temat stosowaniu zaawansowanego modelu bezpieczeństwa energetycznego w społeczeństwach pierwotnych. Nie zmienia to jednak faktu, że ogień wprowadził rewolucję w wielu sferach życia człowieka pierwotnego.

²⁵ Y. Harari., *Spaiens...., op. cit.*, s. 25.

Tabela 3. Przyczyny i skutki powstania zrębów polityki bezpieczeństwa energetycznego w starożytności

Przyczyny	Skutki
Odkrycie możliwości wykorzystania ognia metodami zależnymi od człowieka	Zmiana polityki żywnościowej (obróbka termiczna)
Odkrycie możliwości wykorzystania ognia metodami zależnymi od człowieka	Wykorzystanie energii cieplnej do systemów ogrzewania pomieszczeń mieszkalnych
Odkrycie możliwości wykorzystania ognia metodami zależnymi od człowieka	Wykorzystanie ognia jako środka służącego zdobywania żywności (element polowań – nagonka)
Odkrycie możliwości wykorzystania ognia metodami zależnymi od człowieka	Wykorzystanie ognia jako światła (możliwość prowadzenia prac w godzinach nocnych)
Odkrycie możliwości wykorzystania ognia metodami zależnymi od człowieka	Wykorzystanie ognia jako środka militarnego

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Y.N. Harari, *Homo Deus – Krótka Historia Jutra*, Warszawa 2017, s. 200–345.

Yuwal Noach Harari w swojej książce *Homo Deus – Krótka Historia Jutra*, opisuje historię człowieka z socjologicznego punktu widzenia. Wyraźnie wskazuje, że już człowiek pierwotny miał poczucie, że musi dbać o swoje bezpieczeństwo, także „energetyczne”. Wiązało się to z zabezpieczeniem odpowiedniej ilości dóbr, w tym również środków opałowych, których z czasem, w wyniku przysłowiowych „prób i błędów”, przybywało. Rewolucja agrarna wyraźnie wskazała, jak istotnym czynnikiem w życiu człowieka jest szeroko rozumiana dbałość, odczytywana często jako walka o byt. Historia ludzkości nierozdzielnie wiąże się z zabieganiem o bezpieczeństwo, zarówno to rozumiane jako stan braku zagrożenia zewnętrznego, jak i braku niebezpieczeństw wewnętrznych, czy wręcz poczucie komfortu. I chociaż oczywiście wydaje się, że czynniki zagrożenia zewnętrznego to głównie zagrożenie wojną czy zagrożeniem wynikającym z nieopanowanych sił natury, takich jak pożary, powodzie czy burze, ale człowiek szybko zrozumiał, że dodatkowe czynniki zagrożenia to też aspekty wewnętrzne, powodowane przez brak stabilizacji, braku dostępu do dóbr materialnych, a także braku możliwości zapewnienia bezpieczeństwa. Oczywiście wydaje się, że w pierwotnym okresie rozwoju cywilizacji bezpieczeństwo energetyczne związane było z zapewnieniem opału, dachu nad głową, dostępu do dóbr materialnych i ochrony przed dzikimi zwierzętami, ale wraz z rozwojem cywilizacyjnym

następował postęp technologiczny, dla którego niezbędne okazuje się zapewnienie dodatkowego zabezpieczenia energetycznego.

Jednym z pierwszych kamieni milowych na drodze do budowy konstrukcji gospodarki opartej na możliwościach, które za sobą niesie wykorzystanie energii, okazało się odkrycie węgla, jako doskonałego materiału opałowego. Surowiec ten powstał miliony lat przed tym niż homo sapiens wykonał swój pierwszy przysłowiowy krok na drodze ku szeroko definiowanemu postępowi. Nie mniej jednak jeszcze wiele milionów lat po pojawieniu się na ziemi pierwszych istot ludzkim ukrywał on swoje właściwości relatywnie wówczas płytko pod ziemią. Pierwsze wzmianki o wykorzystywaniu węgla, jako materiału opałowego, można znaleźć w nauczaniu Buddy, który mówił, że „Trzymanie w sobie gniewu jest jak rzucanie w kogoś rozżarzoną węglą, to ty się najpierw poparzysz”²⁶. Z przytoczonego powyżej cytatu wynika, iż współcześni Buddzie, wiedzieli już w jaki sposób uzyskać ciepło za pomocą „węglowych brył”. Przez wieki węgiel i drewno były podstawowymi materiałami opałowymi. Człowiek w sposób ekstensywny (jak więc widać zjawisko ekstensywności nie jest rzeczą przypisaną tylko naszym czasom, choć świadomość rzeczy w tej mierze jest znacznie wyższa) sposób eksploatował surowiec, który ze względu na właściwości nazywany był czarnym złotem. Początkowo węgiel spalano w prowizorycznych, relatywnie prostych w konstrukcji otwartych piecach.

Zdjęcie 1. Piec węglowy używany w starożytności oraz średniowieczu



Źródło: piec węglowy. Wynalazki, <https://wynalazki.andrej.edu.pl/wynalazki/30-p/444-piec> [dostęp: 11.03.2024].

²⁶ Wg. tradycji buddyjskiej są to słowa najprawdopodobniej wypowiedziane przez Buddę, zachowane w tradycji buddyjskiej i zapisane w jednej z ksiąg Tipitaka, zwanej zbiór sutt, czyli Sutta Pitaka.

Z czasem, wraz z rozwojem technologicznej obórki węgla kamiennego, pojawiły się coraz bardziej zaawansowane konstrukcje przeznaczone do wykorzystania surowca. Przez wiele stuleci węgiel był wykorzystywany relatywnie w sposób, w który dziś, z perspektywy czasu, możemy uznać za powszechny, przy czym ówcześni decydenci nie zdawali sobie do końca sprawy jaką wartość ma dla gospodarki ten pierwiastek. Ponieważ największe cywilizacje skupiały się w przeważającej mierze w regionach naszego globu o umiarkowanym klimacie, węgiel był w początkowym okresie znacznie mniej popularny niż drewno, które po prostu zdecydowanie łatwiej było pozyskać.

Zdjęcie 2. Piec węglowy w zamku łancuckim



Źródło: Zamek Łancut, <https://www.zamek-lancut.pl/> [dostęp: 9.01.2024].

Jednym z pierwszych państw, w którym silnie postawiono na wykorzystanie węgla, jako skutecznego w generowaniu energii paliwa, była Anglia. Już w XII wieku posługiwano się nim na większą skalę, głównie z uwagi na chłodny wyspiarski klimat tego państwa. Wtedy to również zaistniało zauważone przez współczesnych zjawisko znane nam niestety i obecnie bardzo dobrze, a mianowicie smog. Prawdziwy przełom nastąpił wraz z rewolucją

przemysłową, która przyniosła za sobą nastanie ery pary. Na przełomie XVIII i XIX wieku zapotrzebowanie na węgiel rosło lawinowo, a jego wydobycie stało się podstawą gospodarki szeregu państw europejskich. Węgiel stał się niekwestionowanym numerem jeden, jeśli chodzi o wykorzystanie na potrzeby przemysłu i rozwoju gospodarki światowej. Węgiel stał się niekwestionowanym liderem rynku energetycznego, mimo iż już w połowie XIX wieku, na terenie obecnego Podkarpacia, polski farmaceuta dokonał pierwszej udanej próby destylacji ropy naftowej, a niedługo później skonstruował lampę naftową. Nie znaczy to wcale, że ropa nie była wcześniej znana. Wiele źródeł historycznych mówi, że ropa znana była już w czasach starożytnych, używano jej jako smarowidła, czy substancja uszczelniająca łodzie. Jednakże to dopiero polski farmaceuta uczynił z ropy paliwo, które mogło już zawojować świat i rozświetlać domy czy ulice, a niedługo później zaczęło napędzać maszyny oraz nowo pojawiające się samochody. Obecnie ropa stanowi jeden z kluczowych członów mikstu energetycznego, a także jest jedną z większych gałęzi przemysłu światowego²⁷.

Rozpoczęcie eksploatacji pokładów ropy naftowej nie stanowiło kresu rewolucji energetycznej. Wraz z rozwojem wydobycia węgla i budową coraz to nowych kopalni w świadomości ludzkiej zaczęło się pojawiać niebezpieczeństwo, czyhające w głębiach szybów kopalnianych. Czym niżej schodziły prace górnicze, tym większe było niebezpieczeństwo zapłonu metanu. Początkowo odpowiedzialni za eksploatację węgla kamiennego nie rozumieli, że za wybuchy odpowiada ta sama substancja, którą już w 1684 r. otrzymał John Clayton, dzięki wymyślonemu przez siebie procesowi beztlenowego prażenia węgla²⁸. Gaz powoli i mozolnie torował sobie drogę w rozwoju technologicznym. Jako że jest to substancja lotna i w zasadzie bezbarwna, to przez wiele lat traktowana była ze znaczną rezerwą. Błękitne paliwo było zatem nieujarzmiane i przez to nieobliczalne. Mimo iż ze źródeł historycznych wiemy, iż pierwsza butla gazowa, zbudowana ze świńskiego pęcherza, z wystającą rurką, powstała w 1792 r., a oświetlenie gazowe upowszechniło się już od początku XIX wieku, to prawdziwy boom wykorzystania gazu nastąpił dopiero pod koniec XIX wieku²⁸. Wtedy to polski inżynier Witold Zglenicki wykonał pierwszy odwiert podwodny w Baku, w celu

²⁷ A Heder, M. Tkocz, *Funkcjonowanie górnictwa węgla kamiennego w gospodarce opartej na wiedzy*, „Studies of the Industrial Geography Commission of the Polish Geographical Society” 2013, nr 21, s. 78–93.

²⁸ *Historia polskiego gazownictwa*, <https://wmgaz.pl/historia-polskiego-gazownictwa/historia-gazownictwa> [dostęp: 11.03.2024]. ²⁸ *Ibidem*.

wykorzystania zalegających pod dnem Morza Kaspijskiego ropy naftowej, co z czasem dało również możliwość eksploatacji złóż gazowych²⁹.

Historia pozyskania paliw kopalnych jest długa, poruszająca się krętymi drogami odkryć i wynalazków, z których tylko niewielka część znalazła zastosowanie. Dopiero jedna druga połowa XIX wieku, za sprawą badań i wielu odkryć dała możliwość ukazania pełnej wartości i istoty, jaką w szeroko definiowanym życiu społecznym mają surowce energetyczne, w tym zwłaszcza węgiel, ropa naftowa i gaz ziemny. Coraz głębsze uzależnianie się ludzkości, definiowanej jako społeczeństwo, ale również postrzegane przez pryzmat państwa od ilości pozyskiwanych surowców sprawia, że powoli pączkuje pojęcie bezpieczeństwa energetycznego. Początkowo są to raczej nieśmiałe próby określenia jaki wpływ mają zasoby kopalne na równowagę gospodarczą, lecz z biegiem czasu i wraz z pojawiającymi się kryzysami, przy jednoczesnym wzroście świadomości obywatelskiej waga posiadanych zasobów coraz większą dobitnością ukazuje się w całej swojej pełni³⁰.

Jednakże właściwe pojęcia bezpieczeństwa energetycznego, rozumianego jako: „*stan gospodarki umożliwiający pokrycie bieżącego i przewidywanego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań dotyczących ochrony środowiska*” ukształtował się niedawno³¹. Już wcześniej dostawy surowców energetycznych były wykorzystywane w rozgrywkach politycznych, dla uzyskania własnych celów poszczególnych państw, jak na przykład miało miejsce w latach 1973 i 1979 – w okresie tak zwanych szoków naftowych. Szacuje się, że długotrwała przerwa w dostawach prądu mogłoby wywołać poważne zamieszki lub wręcz wywołać poważny konflikt zbrojny. „Bez surowców energetycznych, dostępu do źródeł ich występowania, w końcu bezpiecznych tras przesyłu węglowodorów nie ma obecnie efektywnie funkcjonującej gospodarki”³². Nie ulega wątpliwości, iż poczucie

²⁹ *Ibidem*.

³⁰ P. Bąk, M. Turek, *Identyfikacja czynników wpływających na wielkość produkcji w kopalniach węgla kamiennego. Gospodarka Surowcami Mineralnymi - Mineral Resources Management*, PAN, Warszawa 2024, s. 151–166.

³¹ Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. z 2020 r., poz. 833, 843, 471, 1086 i 1565), rozdz. 1, art. 1, pkt 3, ppkt 16.

³² R. Kłaczyński, *Bezpieczeństwo energetyczne obszaru Unii Europejskiej*, [w:] A. Życki (red.), *Młoda politologia, Europa XXI wieku*, Wydział Zarządzania i Administracji Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, ELIPSA, Kielce 2013, t. 2, s. 13–20; R. Kłaczyński, Ł. Kozera, *Europejska polityka energetyczna: wybrane aspekty polityczno-prawne*, *Europejskie Stowarzyszenie Promocji Nauki*, Kraków 2014, s. 30; R. Kłaczyński, *Polityka energetyczna Unii Europejskiej: zasoby, możliwości, perspektywy, innowacje dla bezpiecznego i zintegrowanego rozwoju*, [w:] T. Jarockiego, (red.), *Kapitał, Gospodarka, zarządzanie bezpieczeństwem*, Kielce 2016, s. 40–42.

bezpieczeństwa energetycznego stało się jednym z najważniejszych elementów utrzymania ładu i spokoju społecznego, a także nieprzerwanego funkcjonowania gospodarki. Ponadto, pewność dostaw surowców energetycznych jest gwarantem stabilności i trwałości ciągów produkcyjnych oraz łańcuchów dostaw, niezbędnych do normalnego funkcjonowania każdego człowieka. Nie dziwi więc, że państwa europejskie tak wielką wagę przykładają do zabezpieczenia swoim obywatelom stabilnych dostaw energii, bądź to w postaci gazu ziemnego, bądź ropy naftowej, a także surowców i produktów z nich wytworzonych, takich jak benzyna, prąd czy ciepło, ale też inne towary, które w naszym odczuciu są zwykłą codziennością. Należy także zwrócić uwagę na fakt, że zapotrzebowanie na surowce energetyczne z roku na rok rośnie. „Oblicza się, iż uzależnienie od importu surowców w UE będzie postępować. Dlatego też priorytetem polityki bezpieczeństwa energetycznego państw członkowskich staje się utworzenie jednolitego rynku energii, a także solidarność w relacjach z dostawcami. Okazuje się, że działania Unii Europejskiej w tym wymiarze są niewystarczające, ponieważ państwa UE nie stworzyły spójnej polityki bezpieczeństwa energetycznego, zaś ich działania w tej kwestii mają w zasadzie charakter indywidualny (...)”³³.

Wspomniana wyżej zasada subsydiarności sprawia, że część państw, które obawiają się przekazania elementu swoich kompetencji organom centralnych Unii Europejskiej, próbuje kształtować swoją politykę energetyczną samodzielnie. Biorąc pod uwagę, iż na rynku energetycznym, tak jak i na każdym innym rynku, największą siłę przebicia mają najbardziej znaczący gracze, takie rozbitcie Unii Europejskiej na poszczególne państwa nie służy wspólnej polityce energetycznej i sprawia, że państwa europejskie mogą mieć nierówny dostęp do zasobów energetycznych³⁴.

Wydaje się więc, że jednorodna polityka energetyczna Unii Europejskiej jest kwestią wyjątkowo skomplikowaną i w chwili obecnej pozostaje chyba jedynie w sferze daleko odsuniętych w czasie planów. Ponadto interesy producentów i konsumentów są bardzo zróżnicowane. Reasumując „od czasu rewolucji przemysłowej zapewnienie dostaw energii które są źródłem elektryczności ogrzewania i transportu stały się trwałym elementem

³³ *Bezpieczeństwo Energetyczne podstawa rozwoju społeczeństwa*, <https://www.gov.pl/web/polskiatom/bezpieczenstwo-energetyczne-podstawa-rozwoju-spoleczenstwa> [dostęp: 12.11.2024].

³⁴ M. Rewizorski, R. Rosicki, W. Ostant, *Wybrane aspekty bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej*, Difin, Warszawa 2013, s. 10.

potrzeb nowoczesnego społeczeństwa. Przez lata pozostawał jednak sferze *low Politics* czyli w grupie kwestii określonych niejednokrotnie go techniczne absorbujących uwagę urzędników i ekonomistów pozostających poza domeną strategicznego myślenia o państwie jego polityce”³⁵. Jednakże kryzys dwudziestego i dwudziestego pierwszego wieku w zakresie dostaw paliw kopalnych spowodował, że bezpieczeństwo energetyczne wysunęło się na pierwszy plan.

Biorąc pod uwagę brak własnych zasobów nie dziwi fakt, że Europa szuka źródeł poza swoimi granicami. Świadomość z jednej strony własnych ograniczeń, a z drugiej – wagi problemu sprawiły, że kwestie bezpieczeństwa energetycznego od początku XXI wieku nabrały szczególnego znaczenia i istotności. W opinii autorki ostatnie pięć dekad, poczynając od roku 1970, a szczególnie lata 2000–2020, w sposób szczególny wpłynęły na kształtowanie się myślenia o energii, jej zasobach i konieczności zabezpieczenia jej dostaw³⁶.

1.2. Polityka bezpieczeństwa energetycznego: definicje, modele, podstawowe założenia oraz kryteria

Polityka bezpieczeństwa energetycznego stanowi pojęcie zdecydowanie szersze niż samo tylko pojęcie bezpieczeństwa energetycznego, aczkolwiek rozważania dotyczące polityki energetycznej nie sposób nie oprzeć o fundamentalne dla niego definicje z obszaru tegoż ostatniego. Należy przy tym pamiętać, iż polityka bezpieczeństwa energetycznego definiuje kulturę strategiczną państwa. Podejmując wyzwanie w zakresie definiowania polityki bezpieczeństwa energetycznego trudno nie odnieść się do problemów ekonomicznych będących fundamentem stojącym za siłą państwa. We współczesnej nauce wiele kwestii związanych z relacjami ekonomicznymi coraz częściej wymaga wnikliwej, wieloaspektowej i obejmującej różne dziedziny nauki pracy badawczej, w tym również ze strony badaczy reprezentujących dyscyplinę nauki o polityce i administracji, którzy posiadają odpowiedni do tego warsztat metodologiczny. Należy przy tym jednak nadmienić, iż wymaga to wiedzy ekonomicznej, przynajmniej w podstawowym wymiarze umożliwiającym analizę kluczowych dla przedmiotu badań wskaźników mikro i makroekonomicznych, jak również

³⁵ M. Kaczmarzki, *Bezpieczeństwo energetyczne Unii Europejskiej*, Warszawa 2010, s. 11.

³⁶ P. Ruszkowski, *Problemy polskiej energetyki w perspektywie socjologicznej*, „Polityka – półrocznik interdyscyplinarny” 2016, t. 1, s. 68–70.

podstawowych pojęć technicznych, odnoszących się do meritum problemu. Polityka energetyczna, obok więc kwestii związanych z bezpieczeństwem energetycznym, obejmuje również szereg zjawisk skupiających się na problemach związanych ze strategią polityczną definiowanych, jako siła państwa mierzona jego ustrojem, zdolnością do transformacji, przekształceń w końcu świadomością cywilizacyjną, kulturową, tożsamościową społeczeństwa. Na pierwszym miejscu tej długiej listy powinna się również znaleźć jakość elit politycznych, które z natury rzeczy są czynnikiem decydującym o kreacji polityki i to nie tylko tej odnoszącej się do polityki energetycznej. Wydaje się więc, iż koncentrowanie się na polityce bezpieczeństwa energetycznego w ocenie zjawisk dotyczących zarówno globalnego jak również regionalnego rynku energetycznego ma zdecydowanie szersze zastosowanie przy tworzeniu strategii energetycznych w wymiarze ponadpaństwowym, jak i węższym regionalnym, niż ma to miejsce w przypadku bezpieczeństwa energetycznego. Te ostatnie koncentruje się często na problemach technicznych lub zagadnieniach ekonomicznych, zawężając swoje zainteresowanie podlegające naszej ocenie, jako politologów, do problemów bezpieczeństwa państwa, którego bezpieczeństwo energetyczne jest ważnym składnikiem. W mniejszym stopniu dotyczy to problemów międzynarodowych, jak również uwarunkowań polityki wewnętrznej, często sprzecznych z założeniami strategii energetycznej w jej ekonomicznej warstwie. Prymat polityki nad ekonomią pozostaje stałym, niezmiennym elementem dyskusji wśród badaczy problemów, zjawisk w obrębie szeroko rozumianej kultury politycznej. Wydaje się, iż optymizm, którego odzwierciedleniem stała się monografia Francisa Fukujamy *Koniec historii i ostatni człowiek* przeminął wraz z rodzącymi się, niestety dosyć powszechnie, nowymi konfliktami, w których czynnik ideologiczny, jak również historyczny, odgrywają nadal kluczowe role. Warto przy tym zaznaczyć, iż polityka bezpieczeństwa energetycznego stanowi ważną część systemu ekonomicznego państwa, bez której to żaden system gospodarczy nie może funkcjonować w sposób prawidłowy. Tym samym stanowi ważny komponent kultury strategicznej. Istnieje szereg definicji, modeli polityki bezpieczeństwa energetycznego. Kładą one nacisk na różne komponenty oraz problemy. Wszystko zależy od warsztatu metodologicznego badaczy zagadnienia, jak również podejścia do problemu kształtowanego różnymi szkołami, uwarunkowaniami oraz potrzebami czasów, w których żyjemy. Najczęściej definiowanie polityki bezpieczeństwa energetycznego oznacza możliwość wygenerowania takich rozwiązań, które umożliwią prawidłowe funkcjonowanie systemu gospodarczego, społecznego, a w końcu politycznego państwa w obszarze zabezpieczenia zapotrzebowania

na energię. W praktyce znajduje to swoje odzwierciedlenie w tworzeniu prawa, odpowiednich regulacji, generowaniu – zgodnych z tymi uprzednimi – decyzji oraz planów, w celu

„zarządzania postępowaniem” w szeroko definiowanym obszarze polityki bezpieczeństwa energetycznego. Istotnym, obok określenia przedmiotowego charakteru polityki bezpieczeństwa energetycznego, jest również wyznaczenie jej podmiotowego obszaru.

W dużym uproszczeniu można przyjąć, iż za politykę bezpieczeństwa energetycznego odpowiada obywateli danego państwa, którzy dokonując wyboru decydentów politycznych mają pośredni wpływ na realizację celów, zadań strategicznych, jak również – choć w mniejszym stopniu – szczegółowych, mieszających się w przedmiocie naszej analizy, a więc polityki bezpieczeństwa energetycznego. Spoglądając na naturę analizowanego przedmiotu badań naukowych w sposób znacznie bardziej szczegółowy krąg podmiotowy można dookreślić poprzez wyspecjalizowane organizacje sfery publicznej. Z kolei ze względu na charakter polityki bezpieczeństwa energetycznego w mniejszym stopniu organizacje tak zwanego „trzeciego sektora”³⁷. Wszystkie wymienione powyżej podmioty są odpowiedzialne za kształt, część z nich za wykonanie polityki bezpieczeństwa energetycznego, przy czym niezmiennie ostatecznym decydem pozostają w tej kwestii władze państwowe³⁸. Podobny schemat myślenia o polityce bezpieczeństwa energetycznego dotyczy również organizacji ponadnarodowych, w tym w szczególności Unii Europejskiej, czemu ta ostatnia dała wymiar w Traktacie Lizbońskim, gdzie polityka bezpieczeństwa energetycznego została określona jako jeden z filarów, na którym zasadza się system gospodarczy całej Wspólnoty³⁹. Polityka bezpieczeństwa energetycznego w ujęciu prawnym powinna opierać się na różnych źródłach prawa, takich jak Konstytucja, umowy międzynarodowe, co jest szczególnie istotne biorąc pod uwagę członkostwo Polski w Unii Europejskiej, jak również normy prawa stanowionego w Polsce. Nie bez znaczenia pozostają także uregulowania w obszarze prawa finansowego, w tym zachęty do inwestycji, różnego rodzaju rozporządzenia i zarządzenia dotyczące oszczędzania oraz efektywności

³⁷ M. Olken, *Public Policy in Energy – directives from ground the World – From the editor*, “IEEE Power & Energy Magazine” 2009, Vol 7, No 5, Sept/Oct., s. 30.

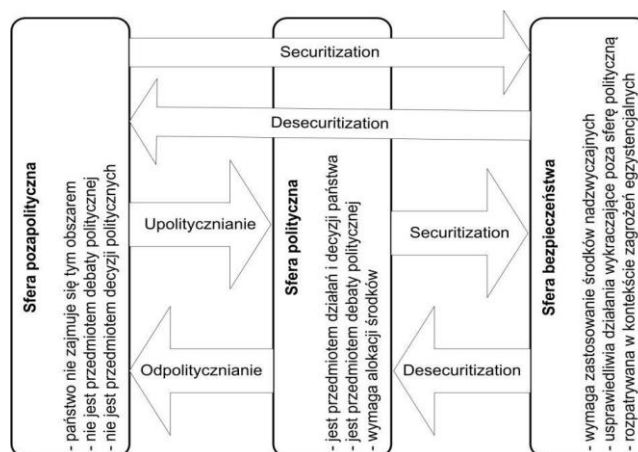
³⁸ H. Rudnick, *Public Policy and Energy – alternative paths to supplies – Guest editorial*, “IEEE Power & Energy Magazine” 2009, Vol 7, No 5, Sept/Oct., s. 7–13.

³⁹ Traktat z Lizbony z dnia 13 grudnia 2007 roku zmieniający Traktat o Unii Europejskiej i Traktat ustanawiający Wspólnotę Europejską (Dz. Urz. UE C 306 z dnia 17 grudnia 2007 r.). ⁴⁰ Art.13. Cel polityki energetycznej państwa, Prawo energetyczne (tj. Dz.U.2022.1385).

energetycznej, podatki oraz inne instrumenty związane z szeroko definiowaną polityką publiczną. Wracając do rozważań dotyczących przedmiotowego charakteru polityki bezpieczeństwa energetycznego państwa należy podkreślić, iż nadrzędnym celem tej ostatniej jest zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju, uzyskanie możliwości dalszego wzrostu konkurencyjności gospodarki. Nie bez znaczenia jest również podniesienie efektywności energetycznej. W ostatnich latach coraz częściej pojawiają się również odniesienia do konieczności zapewnienia właściwej, a więc zgodnej z normami krajowymi oraz UE w przypadku państw członkowskich organizacji ochrony środowiska naturalnego, jak również zapobiegania negatywnym zmianom klimatycznym⁴⁰.

Z powyższych rozważań wyłania się więc obraz wielowarstwowego znaczenia polityki bezpieczeństwa energetycznego, zarówno w sferze teoretycznej, jak również praktycznej definiowanego pojęcia. Definicja polityki bezpieczeństwa energetycznego należy do silnie rozbudowanych, zawierających w sobie wiele elementów, które z natury rzeczy powinny podlegać kompleksowej ocenie również w zakresie wagi i znaczenia problemów w niej zawartych, w przełożeniu na praktykę dnia codziennego. Dokonując analizy polityki bezpieczeństwa energetycznego, zarówno w jego warstwie podmiotowej, jak też przedmiotowej, trudno nie odnieść się do korelacji pojęć umiejscowionej na linii polityka – bezpieczeństwo energetyczne. Poniższy schemat autorstwa Lecha Chojnowskiego w udany sposób przedstawia istniejącą sieć powiązań. Autor schematu wyszczególnił trzy przenikające się sfery: pozapolityczną, polityczną oraz bezpieczeństwa, wskazując zarazem skale powiązań i przenikania się tychże wraz z ich zdefiniowaniem.

Schemat 1. Powiązania obszaru polityki z obszarem bezpieczeństwa



Źródło: L. Chojnowski, *Wybrane zagadnienia ewolucji bezpieczeństwa*, [w:] *Bezpieczeństwo i zarządzanie kryzysowe – aktualne wyzwania, Współczesne aspekty bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego*, Społeczna Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości i Zarządzania w Łodzi, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2009, t. 10, s. 28.

Wraz z postępującym procesem globalizacji coraz więcej czynników kształtujących politykę bezpieczeństwa energetycznego jest wynikiem dynamiki relacji międzynarodowych. Te ostatnie splatają się z kwestiami normującymi politykę wewnętrzną wzajemnie na siebie oddziałując, przy czym wpływ tych pierwszych wydaje się być coraz mocniejszy. Zróżnicowanie celów w polityce zagranicznej, zawierane sojusze, przyczyniają się do zjawiska deekonomizacji relacji w ramach sektora energetycznego. Często więc państwa, będące elementem organizacji politycznych (NATO, UE), decydują się na zakup ropy naftowej i gazu ziemnego od państw oferujących węglowodory na znacznie mniej korzystnych warunkach od tych, oferowanych przez kraje niebędące członkiem tej czy też innej wspólnoty, organizacji, sojuszu. Wynika to z prymatu bezpieczeństwa definiowanego racją stanu nad rachunkiem zysków i strat, będących fundamentem bezpieczeństwa ekonomicznego. Często więc negatywnie wpływa to na gospodarkę danego kraju importera surowców, przekłada się na bieżące procesy polityczne, jak również w obszarze szeroko definiowanej gospodarki. Z drugiej strony wzmacnia suwerenność państwa, zapobiega procesom tak częstej w przypadku relacji energetycznych wasalizacji. W przypadku części z państw wpływ na przyjmowane strategie, wynikające z nich decyzje, w końcu konkretne działania mają również czynniki historyczne, które nie powinny być uwzględniane przez „chłodno” podchodzących do problematyki bezpieczeństwa energetycznego decydentów. Niestety w przypadku części państw, w tym również strony polskiej, narosłe przez ostatnie dwa, trzy stulecia mity, uprzedzenia, w końcu również stereotypy potrafią zdominować dyskusje o celach, założeniach strategii energetycznej lub nawet konkretnych działaniach w obrębie mikroekonomicznym. Tak więc politykę historyczną, realizowaną przez państwo można również włączyć do katalogu czynników mających wpływ na ostateczny kształt polityki bezpieczeństwa energetycznego państwa. Jak już wspomniałam, szczególne znaczenie nabiera to w przypadku polskich decydentów⁴⁰.

Tabela 4. Skutki negatywnego oddziaływania polityki historycznej na politykę bezpieczeństwa energetycznego państwa na przykładzie Rzeczypospolitej Polskiej

Podjęmowane działania determinowane polityką historyczną	Skutki podejmowanych działań determinowane polityką historyczną
---	--

⁴⁰ E. Gruszewska, K. Karpińska, A. Protasiewicz, *Wzrost, Rozwój i Polityka Gospodarcza*, Polskie Towarzystwo Ekonomiczne, Białystok 2018, s. 28.

<p>Podnoszenie kwestii krzywd, strat materialnych oraz niematerialnych wobec państw i narodów, które w przeszłości działały na niekorzyść strony polskiej jak fundament do rozważań o polityce bezpieczeństwa energetycznego</p>	<p>Oslabienie znaczenia polsko-niemieckiej współpracy w sektorze energetycznym zarówno na poziomie państwowym jak również w ramach Unii Europejskiej.</p> <p>Brak wpływu na podejmowane przez państwo niemieckie decyzje w obszarze współpracy ze stroną rosyjską w realizacji celów polityki bezpieczeństwa energetycznego.</p> <p>Oslabienie szans na współpracę ze stroną ukraińską w realizacji wspólnych projektów energetycznych w tym w obszarze produkcji, transportu, redystrybucji oraz magazynowania gazu ziemnego.</p> <p>Nie uwzględniane roli i znaczenia rosyjskiego sektora energetycznego w globalnym obrocie surowcami energetycznymi w tym gazem ziemnym</p>
<p>Wpływ mitów o przyjaźni narodów na rzecz wspólnego dobra, solidarności</p>	<p>Wiązanie się sojuszami strategicznymi z firmami amerykańskiego sektora energetycznego co pozostaje często w sprzeczności z założeniami polityki bezpieczeństwa energetycznego realizowanymi przez Unię Europejską.</p> <p>Odrzucenie czynnika europejskiego jako fundamentu po przyszłą europejską politykę bezpieczeństwa energetycznego</p>
<p>Przeświadczenie o „misyjności podejmowanych działań”</p>	<p>Wpływ na założenia strategii energetycznej państwa (deklaracje o konieczności wygenerowania europejskiego hubu gazowego bez merytorycznych możliwości realizacji takiego projektu. Wzmocnienie przeświadczenia obecnych jak również przyszłych partnerów w sektorze energetycznym o nieracjonalności działań podejmowanych przez elity polityczne państwa.</p>

Źródło: opracowanie własne na podstawie: W. Pokruszyński, *Filozoficzne aspekty bezpieczeństwa*, Józefów 2011, s. 13.

Istotnym elementem polityki bezpieczeństwa energetycznego, wpisywanym na stałe w definicje, schematy, modele, pozostaje stosunek osób, instytucji kreujących politykę bezpieczeństwa energetycznego wobec problemów środowiska naturalnego, którego ta polityka bezpośrednio dotyczy. Wzrost zainteresowania środowiskiem naturalnym doprowadził do kreacji postaw politycznych, co ma niestety przełożenie na procesy mające miejsce w gospodarce. Nie można obecnie kreować rynku surowców energetycznych bez odpowiedzi na pytanie o udział gazu ziemnego w produkcji energii elektrycznej, jak również energetyki odnawialnej w końcowym, sumarycznym bilansie⁴¹. Innym elementem definicji polityki energetycznej w segmencie obejmującej relacje na linii decydenci odpowiedzialni za kreowanie polityki bezpieczeństwa energetycznego – środowisko naturalne, jest stosunek do dekarbonizacji, czyli inaczej odchodzenia od surowców kopalnych w procesie produkcji energii elektrycznej, co ma przynieść efekt w postaci zmniejszenia emisji zanieczyszczeń⁴².

W przyszłości coraz większą rolę w definiowaniu polityki bezpieczeństwa energetycznego będą miały decyzje podejmowane na szczeblu lokalnym. Współcześnie szczebel lokalny, definiowany poprzez samorząd terytorialny, ma w dalszym ciągu niewielki udział w kreowaniu polityki bezpieczeństwa energetycznego. Jego rola rozumiana jest jako pozycja szczebla wykonawczego decyzji podejmowanych przez władz centralne. O ile posiada on wpływ na decyzje w obszarze planów zagospodarowania przestrzennego, zgody na realizację planów rozwoju sektora energetycznego, o tyle udział w kształtowaniu głównych celów politycznych pozostaje relatywnie niewielki, często ograniczając się do zwyczajowych konsultacji. W związku z postępującym procesem decentralizacji decyzji, działań na obszarze UE, należy się spodziewać, iż strona polska również będzie się musiała do nich dostosować, nadając samorządowi terytorialnemu znacznie większe niż dotychczas kompetencje, tym samym dopuszczając ten ostatni do procesu decyzyjnego. Samorząd terytorialny stanie się, w myśl konstytucyjnej zasady subsydiarności, jednym z decydentów, realnych uczestników zachodzących w obszarze polityki bezpieczeństwa energetycznego państwa działań, nie zaś tylko ich wykonawcą. Powoli można już zacząć mówić o gałęzi polityki bezpieczeństwa energetycznego państwa, tak zwanej miejskiej polityce

⁴¹ E. Papadis, G. Tsatsaronis, Challenges in the decarbonization of the energy sector, Energy, Amsterdam 2020, s. 7.

⁴² R. Wimbardana, R. Djalante, From decarbonization to low carbon development and transition: A systematic literature review of the conceptualization of moving toward net-zero carbon dioxide emission (1995–2019), Journal of Cleaner Production, Amsterdam 2020, s. 60.

bezpieczeństwa energetycznego, która z czasem okrzepnie i nabierze nowego znaczenia. Celem definiowanej miejscowo polityki bezpieczeństwa energetycznego jest jego zwiększenie, co może zostać zrealizowane poprzez sukcesywny proces podnoszenia efektywności energetycznej oraz dynamiczne rozwijanie lub przynajmniej głęboką modernizację infrastruktury energetycznej. Dotyczy to zwłaszcza OZE, od którego wydaje się, iż przynajmniej na gruncie europejskim nie ma odwrotu. Działania te pozytywnie wpłyną na ograniczenie importu paliw gotowych oraz surowców energetycznych zarówno w ujęciu transportu służącemu redystrybucji, jak również w ramach importu magistralami gazowymi od kontrahentów, z którym klient związany jest odpowiednimi umowami. Przy czym należy również podkreślić, iż powoli, z mocno scentralizowanego rynku gazu ziemnego, wyłaniają się regionalne rynki surowca odpowiadające – w przypadku szeregu państw wchodzących w skład wspólnoty – obszarom landów, prowincji czy też województw.

Tak definiowana polityka energetyczna znajduje swoje przełożenie w postulatach środowisk samorządowych w zakresie samowystarczalności energetycznej aglomeracji miejskich.

W kreowaniu polityki bezpieczeństwa energetycznego państwa istotnym pozostaje czynnik cywilizacyjno–kulturowo–tożsamościowy, który definiuje świadomość społeczeństwa⁴³. Ta ostatnia pozostaje niezwykle istotna przy kreowaniu celów polityki energetycznej, zwłaszcza w odniesieniu do relacji na linii społeczeństwo – rządzący. Bez wzrostu świadomości społecznej nie będzie przyzwolenia na realizację strategii odchodzenia od paliw kopalnych (zwłaszcza węgla kamiennego i brunatnego) oraz z czasem ropy naftowej i gazu ziemnego na OZE. Świadomość społeczna w tym obszarze musi obejmować nie tylko umiejętność prawidłowego definiowania problemów energetycznych, ale również zgodę na ponoszenie w tym względzie wyrzeczeń, zarówno tych mentalnych, tkwiących w zwyczajach, stereotypach, jak również finansowych. Te ostatnie wydają się być najważniejsze, bowiem mogą wpłynąć na przejściowe (mierzoną nawet w okresie dwóch dekad) obniżenie standardów życia⁴⁴. Niewątpliwie stanowi to ważny, często pomijany w generowaniu definicji, modeli polityki bezpieczeństwa energetycznego problem⁴⁵.

⁴³ P. Ruszkowski, *Problemy polskiej energetyki w perspektywie socjologicznej*, Energetyka-Społeczeństwo/Polityka, Warszawa 2015, s. 4.

⁴⁴ Z. Ziolo, T. Rachwał, *Przemiany sektora energetycznego i usług*, Studies of the Industrial Geography Commission of the Polish Geographical Society, Kraków 2015, s. 13.

⁴⁵ Świadomość społeczna i opinia publiczna odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu politycznych postaw rządzących w obszarze surowców energetycznych. Opinie te mogą wpływać na podejmowanie decyzji

Formowanie się regionalnego rynku gazu ziemnego oraz związane z tym aspekty, jak większa konkurencyjność, dopuszczenie do obrotu gazem ziemnym przez spółki prywatne, oraz poluzowanie przepisów na szczeblu państwowym, są kluczowymi elementami w kontekście globalnych zmian w sektorze energetycznym. Rozwój tego rynku jest częścią szerszej strategii dotyczącej dywersyfikacji źródeł energii i zmniejszenia zależności od pojedynczych dostawców, co jest szczególnie ważne dla bezpieczeństwa energetycznego. Wprowadzenie konkurencji na rynku gazu ziemnego, poprzez dopuszczenie prywatnych firm do handlu gazem, ma na celu obniżenie cen dla konsumentów oraz zwiększenie efektywności operacyjnej. Poluzowanie przepisów państwowych związane jest z liberalizacją rynku, która pozwala na łatwiejsze i szybsze dostosowanie się do zmieniających się warunków rynkowych i technologicznych. Każde z tych działań wpisuje się w globalne trendy dotyczące reformy sektorów energetycznych, gdzie kluczowym celem jest stworzenie bardziej zintegrowanego i elastycznego rynku energii. Takie zmiany mogą również sprzyjać innowacjom i inwestycjom w nowe technologie, które z kolei przyczyniają się do zwiększenia bezpieczeństwa dostaw i promowania zrównoważonego rozwoju.

Jednymi z najważniejszych, choć nadal niedocenianych instrumentów kreacji polityki bezpieczeństwa energetycznego pozostają instrumenty komunikacyjne. Zaliczane są do grupy narzędzi przekazujących wiedzę w celu przekonywania, nakłaniania odbiorcy do przyjęcia argumentów strony lobującej za danymi rozwiązaniami w szeroko definiowanej sferze energetycznej. Dotyczy to zarówno władz państwa, będącego kreatorem tejże rzeczywistości, jak również – i to w coraz większym stopniu – instytucji sfery publicznej, czy też firm sektora energetycznego dążących do optymalizacji zysków przy minimalizacji kosztów, w tym również tych obejmujących problemy środowiska naturalnego. Narzędzia komunikacyjne mogą przy tym mieć charakter zarówno informacji pisemnej, jak również komunikatorów elektronicznych.

Te ostatnie, w związku z wymianą pokoleniową, wydają się być obecnie najbardziej efektywne. Ich problemem jest jednak masowość, co wymusza generowanie informacji w formie uproszczonej. Innym problemem jest częste odwoływanie się do kwestii pozaekonomicznych, technicznych, co z jednej strony związane jest z niską świadomością politycznych oraz na kierunki reform sektorowych. Polityki te z kolei wpływają na sposób wykorzystania i zarządzania zasobami naturalnymi, co jest szczególnie ważne w kontekście dążeń do zrównoważonego rozwoju oraz bezpieczeństwa energetycznego. Wzrost

świadomości społecznej o konsekwencjach środowiskowych i ekonomicznych związanych z eksploatacją surowców energetycznych może prowadzić do zwiększenia presji na rządy w celu wprowadzenia bardziej rygorystycznych regulacji środowiskowych, inwestycji w odnawialne źródła energii oraz poprawy efektywności energetycznej. Takie postawy społeczne mogą być kształtowane przez szereg czynników, w tym przez edukację, kampanie informacyjne, działalność organizacji pozarządowych oraz media. Podjęcie przez rząd działań w odpowiedzi na te społeczne oczekiwania często prowadzi do opracowania i implementacji polityk, które mają na celu nie tylko poprawę bezpieczeństwa energetycznego, ale także ochronę środowiska i zwiększenie zrównoważonego rozwoju. W rezultacie, opinia publiczna i świadomość społeczna stanowią ważne narzędzie wpływu na kształtowanie polityki energetycznej na poziomie krajowym szerokich warstw społecznych, z drugiej z kreowaniem rzeczywistości przez osoby, grupy lobbujące stojące za istotnymi rozwiązaniami w sferze polityki bezpieczeństwa energetycznego, a mającymi bezpośredni lub pośredni wpływ na zarządzanie mediami⁴⁶.

1.3. Bezpieczeństwo energetyczne jako fundament polityki energetycznej państwa: założenia, koncepcje

Istnieje szereg definicji bezpieczeństwa energetycznego. Podobnie rzecz się ma z modelami. Żadna jednak nie jest w stanie wypełnić istniejącej luki, wyczerpując możliwość dalszego definiowania problemu. Ten ostatni bowiem jest materią żywą, podlegającą nieustannym zmianom, co prowadzi do konieczności częstej modyfikacji założeń, koncepcji. Innym wyznacznikiem skali problemów z definiowaniem pozostaje bezsporny fakt, iż bezpieczeństwo energetyczne jest domeną nauką stosunkowo nową, podlegającą więc – co naturalne – stałemu, dynamicznemu rozwojowi, zmianom. Wraz z rozwojem relacji na globalnym rynku energetycznym pojawiają się ciągle nowe kwestie związane zarówno z rozwojem technologii, czy też leżącymi w sferze obrotu paliwami energetycznymi. Wszystko to wymusza zmiany w postrzeganiu bezpieczeństwa energetycznego. Nie bez znaczenia dla wykuwania się nowego spojrzenia na definicję bezpieczeństwa energetycznego ma również wpływ czynnika politycznego, mierzonego zarówno uwarunkowaniami polityki

⁴⁶ M. Pikul, *Instrumenty komunikowania politycznego i ich determinanty*, CEJSH, Warszawa 2009, s. 10.

wewnętrznej, jak również tej zagranicznej. Ta ostatnia może być rozpatrywana zarówno w ramach stosunków bilateralnych, jak również multilateralnych. W dalszym ciągu za definicje, modele, kryteria obejmujące szerokie spektrum problemów związanych z bezpieczeństwem energetycznym odpowiadają czołowe ośrodki badawcze państw dyktujących warunki na „globalnej szachownicy”. Innym pozostaje dostosowanie się do przyjętych reguł. Nie mniej jednak pewne elementy składowe definicji bezpieczeństwa energetycznego pozostają od wielu lat niezmiennie. I tak większość definicji określa bezpieczeństwo energetyczne jako „stan gospodarki umożliwiający pokrycie perspektywnego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię, w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań ochrony środowiska”, lub też jako „stan wyrażający się brakiem niebezpieczeństwa”. W tym ostatnim jednak przypadku kluczowym jest pytanie o fundament owego braku, bowiem nie wszędzie i nie zawsze musi on być jednakowy⁴⁷.

Bezpieczeństwo energetyczne należy do podstawowej kategorii obejmującej kwestie związane z gospodarką energetyczną państwa. Skupia się ono na problemach zapewnienia samowystarczalności energetycznej lub w przypadku braku odpowiednich zasobów, w postaci złóż węglowodorów, w dążeniu do dywersyfikacji dostaw uzupełnieniach własnymi zasobami. Stąd też kluczowym dla zrozumienia istoty rzeczy jest zdefiniowanie pojęcia samowystarczalności energetycznej odpowiadającej innemu pojęciu z zakresu teorii stosunków międzynarodowych, czyli suwerenności państwa, choć w znacznie bardziej ograniczonym zakresie. Samowystarczalność energetyczna, rozumiana jest jako stosunek ilości energii pozyskiwanej w danym państwie do ilości energii będącej wynikiem konsumpcji zarówno ze strony konsumenta instytucjonalnego, jak również indywidualnego. Do połowy ostatniej dekady XX wieku wskaźnik ten wynosił ok. 0,98, co zapewniało Polsce relatywnie wysoki stopień bezpieczeństwa energetycznego, a przez to miało znaczący wpływ na ostateczną, sumaryczną ocenę suwerenności energetycznej państwa⁵⁰. Należy jednak przy tym zwrócić uwagę, iż od 1996 roku wartość tego wskaźnika systematycznie maleje, co świadczy o kruchości podstaw systemu energetycznego naszego państwa również w sektorze gazu ziemnego⁵¹. Jest to wypadkową kilku czynników. Głównym pozostaje stała dynamika obniżania wartości produkcji krajowej, co wynika z braku odpowiednich do

⁴⁷ Art. 3. – [Definicje] – Prawo energetyczne, Dziennik Ustaw (T.j.Dz.U.2022.1385). ⁵⁰ W. Bojarski, *Bezpieczeństwo energetyczne*, „Wokół Energetyki” 2004, t. 7, nr 3, s. 7. ⁵¹ *Ibidem*, s. 8.

zagospodarowania złóż węglowodorów. Drugim czynnikiem jest wzrastające zapotrzebowania na surowce energetyczne. Te ostatnie jest związane z dynamiką rozwoju gospodarczego Polski oraz odrabianiem zaległości w obszarze dostarczania energii, w tym również gazu do gospodarstw domowych, tudzież podmiotów gospodarczych, o czym pisałam już we wcześniejszej części pracy. Mimo olbrzymich nakładów na gazyfikację państwa w okresie 1945–1989 nie udało się całkowicie zniwelować „wykluczenia gazowe”. Te ostatnie dotyczyły skupisk rozproszonych głównie we wschodniej części naszego państwa. Obecnie proces ten dobiega końca⁴⁸. Założenia *Polityki energetycznej Polski do 2040 roku* zakładają dalszy spadek wartości wskaźnika samowystarczalności energetycznej. Istnieje więc prawdopodobieństwo graniczące z pewnością, iż zależność gospodarki kraju od strategicznego importu paliw węglowodorowych będzie sukcesywnie rosła. Ocena tego zagrożenia i jego zmniejszenie wymaga intensyfikacji działań na rzecz bezpieczeństwa dostaw gazu ziemnego. Wszystko to determinuje sposób postrzegania bezpieczeństwa energetycznego zarówno w ujęciu teoretycznym, jak również praktycznym⁴⁹.

Złożoność problemu bezpieczeństwa nie sposób ująć w postaci jednej definicji, która zawierałaby w sobie najważniejsze elementy składowe. Problematiczna jest wspomniana przeze mnie wcześniej kwestia ekonomizacji bezpieczeństwa energetycznego, która w mojej opinii może wpływać na odpowiednie zdefiniowanie problemu bezpieczeństwa energetycznego. Te ostatnie z natury rzeczy powinno być bezcenne i nie podlegać daleko idącej relatywizacji, czyli rzecz upraszczając – nie zawsze ekonomiczny rachunek zysków do strat będący podstawą bezpieczeństwa ekonomicznego państwa będzie tożsamy z bezpieczeństwem energetycznym. Innymi słowy, zapewniając bezpieczeństwo energetyczne możemy doprowadzić do sytuacji, w której bezpieczeństwo procesów gospodarczych, mających miejsce w państwie, zostanie zagrożone. Istnieje więc konieczność wyważenia racji w tym obszarze, co często bywa zadaniem iście karkołomnym. Tak sformułowany daną rzeczywistością dylemat trudno jest ująć w definicji naszej analizy przedmiotu badań naukowych, jest to jednak możliwe w przypadku zastosowania teoretycznych modeli z tym, że muszą być one stale modyfikowane uwzględniając zmienne w obszarze relacji wewnętrznych jak również uwzględniać otoczenie zewnętrzne. Tak więc w definicji zawartej w polskim „Prawie energetycznym” bezpieczeństwo energetyczne

⁴⁸ *Infrastruktura krytyczna*, <https://www.gov.pl/web/rcb/infrastruktura-krytyczna> [dostęp: 3.09.2023].

⁴⁹ *Nowy wspaniały Orlen zbudowaliśmy*, <https://energia.rp.pl/paliwa/art37344821-nowy-wspanialy-orlenzbudowalismy-155-koncern-na-swiecie> [dostęp: 3.09.2023].

sformułowane jest zbyt jednostronnie, co więcej interpretowane w ten sposób, iż ekonomizacja bezpieczeństwa powinna wyrażać się opłacalnością realizowanego kontraktu dla dostawcy wewnętrznego. W innej interpretacji bezpieczeństwo energetyczne, mające za podstawę element ekonomiczny, to inaczej zapewnienie dostawcy cen ekonomicznie uzasadnionych, wykluczających jednak element ryzyka, co niestety pozostaje w mocnym kontraście z regułami obowiązującymi na rynku paliw. Niestety, definicja bezpieczeństwa energetycznego w jego ekonomicznym aspekcie nie podejmuje kwestii dostępności cenowej paliw definiowanych, jako gaz ziemny i ropę naftową, oraz energii dla odbiorcy. Trudno więc uznać ją za w pełni obiektywną i odpowiadającą współczesnej wiedzy w tym zakresie⁵⁰.

W ostatnim okresie wyraźnemu wzmocnieniu uległa w naukach społecznych, ale również w nauce o bezpieczeństwie, tendencja, aby pojęcie bezpieczeństwa energetycznego traktować ponad interes odbiorcy, a ocenę jego wykładni pozostawiać czynnikom państwowym. W opinii części ekspertów koniecznym jest z kolei przywrócenie pojęciu charakteru technicznego, nie zaś akcentowanie czynnika politycznego⁵¹. Prymat polityki nad wymiarem ekonomicznym, jak również prawnotechnicznym doprowadzi z czasem, zdaniem autorki dysertacji, do poważnych problemów, dylematów umiejscowionych na linii państwo – społeczeństwo, które w tym przypadku definiowane będzie jako odbiorca końcowy. Podstawowym elementem pojęcia bezpieczeństwa energetycznego powinien być odbiorca indywidualny, jak również zinstytucjonalizowany. Przy czym możliwe z czasem będzie rozgraniczenie regionalne lub ogólnokrajowe wynikające z postępującego procesu decentralizacji charakterystycznego dla państw obszaru euroatlantyckiego, do którego w pewnym uproszczeniu począwszy od 1989 roku zalicza się również Polska. Drugim kluczowym pojęciem dla rozstrzygania sporów, niejasności w obszarze definicji bezpieczeństwa energetycznego powinien być dostawca, rozszerzając ten element definicji zbiór dostawców. Te ostatnie pojęcie ujmować powinno również jako część składową system zaopatrzenia. Definiując bezpieczeństwo energetyczne od strony użytkownika, tożsamego w tym przypadku z odbiorcą energii, powinno się zwrócić uwagę na rolę i znaczenie stopnia gwarancji dostępu. Jest to niezbędne, biorąc pod uwagę kluczowy element bezpieczeństwa rozumianego zarówno w wymiarze socjologicznym, czego wyraz odnajdujemy w

⁵⁰ K. Lisiecka, A. Kostka-Bochenek, *Case study research jako metoda badań naukowych*, Przegląd Organizacji, Warszawa 2009, s. 25–29.

⁵¹ J. Ćwiek-Karpowicz, *Postrzeganie i definiowanie bezpieczeństwa energetycznego w warunkach kryzysu na Ukrainie*, „Polityka Energetyczna” 2016, t. 19, z. 1, s. 137–148.

„Piramidzie Masłowa” czy też w szeregu innych, dla których przywołana koncepcja stanowi pewnego rodzaju fundament do dalszych rozważań. Gwarancję dostępu definiujemy jako zaopatrzenie ze strony podmiotu do tego uprawnionego w potrzebne odbiorcy formy energii, w wymaganym i dokładnie określonym czasie, miejscu oraz zgodnej z zapotrzebowaniem ilości. Istotnym przy tym elementem jest dostępność cenowa. Należy pamiętać, iż skonkretyzowana wielkość dostawy może się wyrażać prognozą ilości dostarczonej energii (w naszym przypadku gazu ziemnego). Jeśli tejże energii jest mniej następuje korekta. W myśl podpisywanych przez obydwie strony, a więc dostawcę z odbiorcą, umów ten pierwszy jest zobowiązany dysponować odpowiednimi ilościami surowca do wywiązania się ze zobowiązań⁵².

Tabela 5. Elementy składowe definicji gwarancji dostępu

Elementy	Możliwości zaopatrzenie konkretnego odbiorcy
Elementy	Skonkretyzowany czas dostarczenia energii
Elementy	Skonkretyzowane miejsce odbioru
Elementy	Skonkretyzowana wielkość dostawy
Elementy	Dostępność cenowa

Źródło: opracowanie własne na podstawie: W. Lis, *Szantaż energetyczny jako środek kształtowania polityki zagranicznej Rosji a bezpieczeństwo energetyczne krajów byłego ZSRR*, Warszawa 2004, s. 15.

Definiując problem bezpieczeństwa energetycznego należy zwrócić uwagę na to, iż rynek detaliczny pozostaje i w dającej się przewidzieć przyszłości pozostanie najbardziej efektywnym rynkiem odbiorców energii jeśli za kryterium efektywności przyjmiemy maksymalizację zysków. Stąd też kluczowym pojęciem dla bezpieczeństwa energetycznego (w tym przypadku można dokonać wykładni rozszerzającej problemu – polityki bezpieczeństwa energetycznego) pozostaje kwestia bezpieczeństwa zaopatrzenia energetycznego⁵³.

⁵² Ł. Porębski, *Militarne aspekty światowego układu sił*, [w:] R. Borkowski (red.), *Konflikty współczesnego świata*,

Kraków 2001, s. 69; A. Gradziuk, W. Lach, E. Poseł-Częścik, K. Sochacka, *Co to jest bezpieczeństwo energetyczne państwa*, „Sprawy Międzynarodowe” 2005, nr 3, s. 31.

⁵³ W. Lis, *Szantaż energetyczny jako środek kształtowania polityki zagranicznej Rosji a bezpieczeństwo energetyczne krajów byłego ZSRR*, Warszawa 2004, s. 15.

Według innej, relatywnie często przytaczanej przez ekspertów rynku paliw definicji, bezpieczeństwo energetyczne to nic innego, niż: „Gotowość danego systemu energetycznego (systemów zaopatrzenia) do pokrycia, po akceptowalnych społecznie cenach – pełnego, przewidywanego zapotrzebowania energetycznego – w normalnych warunkach eksploatacji, przy zachowaniu ciągłości dostawy i wymaganych parametrów jakościowych oraz warunków ochrony środowiska, – zadowalającego, choć niepełnego zapotrzebowania energetycznego, przy pogorszonych parametrach jakościowych – w różnych możliwych sytuacjach awaryjnych, krytycznych, żywiołowych”⁵⁴. Również i w tym przypadku tak postawione rozwiązanie problemu może wzbudzać kontrowersje. Trudno bowiem przełożyć treść definicji mówiącej o akceptowalności cen za dostarczaną energię, surowce dla odbiorcy na warunki praktyczne. Nie można bowiem ustalić takiej wysokości. To rynek dyktuje warunki i to nie rynek lokalny, regionalny, ale znacznie szerzej globalny. Jeśli dane państwo znajdować się będzie poniżej pewnego, określonego minimum poziomu PKB na mieszkańca, nie będzie możliwości wyznaczenia takiej ceny, aby była do przyjęcia przez statystycznego odbiorcę. Po prostu część osób, instytucji znajdzie się w trudnej sytuacji osłabiając tym samym podstawowe mechanizmy funkcjonowania gospodarki lub nawet szerzej państwa. Pewne wątpliwości wzbudza również ta część definicji, która dotyczy możliwości dopuszczenia innych niż przyjęte wcześniej parametrów jakości przesyłanych surowców w sytuacjach awaryjnych. Sam sens zapisu nie wzbudza kontrowersji, problemem jest jednak wprowadzenie czytelnych zasad za definicją w wyszczególnionej części obejmującej analizowany problem⁵⁵.

Bezpieczeństwo energetyczne w ujęciu państwa, jak i zawężając – biorąc pod uwagę dynamikę procesów decentralizacyjnych regionu – obejmuje zarówno bezpieczeństwo energetyczne odbiorców, rozumiane jako dostawy realizowane na poziomie instytucji centralnych z woli państwa w myśl zawartych kontraktów, jak również zagadnienia związane z bezpieczeństwem zaopatrzenia w surowce energetyczne, energię elektryczną odbiorców w ujęciu lokalnym. Rozszerzając pojęcie należy rozróżnić bezpieczeństwo krótkookresowe,

⁵⁴ W. Bojarski, *Bezpieczeństwo energetyczne*, „Wokół Energetyki”, Warszawa 2004, s. 4.

⁵⁵ A. Sakowska, *Dywersyfikacja zaopatrzenia Polski w surowce energetyczne jako determinant bezpieczeństwa energetycznego państwa*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo – Humanistycznego w Siedlcach, Administracja i Zarządzenie” 2017, nr 113, s. 115.

definiowane często w opracowaniach poświęconych problemom rynku paliw jako operacyjne oraz bezpieczeństwo definiowane jako średnio oraz długookresowe⁵⁶.

Tabela 6. Typologia bezpieczeństwa energetycznego (wyznacznik czasu)

Bezpieczeństwo energetyczne	Krótkookresowe
Bezpieczeństwo energetyczne	Średniookresowe
Bezpieczeństwo energetyczne	Długookresowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie: W. Bojarski, *Bezpieczeństwo energetyczne*, „Wokół Energetyki”, Warszawa 2004, s. 24.

Bezpieczeństwo energetyczne mierzone w średnim oraz długim okresie jest w literaturze przedmiotu badań naukowych określane jako taktyczne oraz strategiczne⁵⁷. Decydenci odpowiedzialni za konstrukcję strategii polityki bezpieczeństwa energetycznego państwa koncentrują się na średnio i długookresowym bezpieczeństwie zaopatrzenia energetycznego⁵⁸. Aby jednak w pełni ocenić bezpieczeństwo energetyczne kraju niezbędna jest analiza techniczna oraz cenowa dostępności do energii poszczególnych grup odbiorców, jak również ocena bezpieczeństwa energetycznego dla ogółu odbiorców. Niestety polityka energetyczna naszego kraju jest mocno reaktywna. W związku z powyższym niezbędne przeciw oceny w tym zakresie nie obejmują oceny średnich i długich okresów. Trudno więc w tak wygenerowanej rzeczywistości mówić o możliwości stworzenia spójnej kultury energetycznej oraz wynikającej z niej kultury strategicznej.

Istnieje wiele podejść metodologicznych, które ujmowałyby powyższe zagadnienia, umożliwiając tym samym odpowiednie przygotowanie państwa, instytucji kraj reprezentujących do wykonywania powyższych zadań z zakresu szeroko rozumianej polityki energetycznej. Najbardziej odpowiednia wydaje się punktowa ocena bezpieczeństwa zaopatrzenia energetycznego. Obejmuje ona różne czynniki mające wpływ na bezpieczeństwo zaopatrzenia energetycznego. W ramach oceny wyróżnimy różne stany odpowiadające poszczególnym czynnikom. Każdemu z tych stanów przypisano pewną

⁵⁶ *Dywersyfikacja dostaw i źródeł energii na czym polega*, <https://swiatoze.pl/dywersyfikacja-dostaw-i-zrodlenenergii-na-czym-polega/> [dostęp: 20.12.2023].

⁵⁷ I. M. Jankowska, *Bezpieczeństwo energetyczne w polityce bezpieczeństwa państwa*, Studia Lubuskie, Sulechów 2015, s. 10–11.

⁵⁸ *Ibidem*, s. 9

umowną wagę punktową, odpowiadającą negatywnemu znaczeniu danego przypadku (i czynnika) dla zaopatrzenia energetycznego z rozważanego systemu w średnim i długim okresie. I tak negatywną miarą bezpieczeństwa zaopatrzenia energetycznego przez dany system jest suma punktów wagowych, odpowiadających poszczególnym stanom (przypadkom i czynnikom) tego systemu. Im niższy jest stopień bezpieczeństwa zaopatrzenia energetycznego, tym wypadnie wyższa wartość takiej uproszczonej, ale częściowo zobiektywizowanej oceny punktowej.

W polskiej nauce, obejmującej swoim zakresem kwestie bezpieczeństwa energetycznego, istnieje opracowany przez eksperta rynku paliw Z. Parczewskiego projekt systemu monitorowania założeń polityki energetycznej⁵⁹. Mimo pewnych niedoskonałości, wynikających z braku możliwości włączenia w reguły, wzory matematyczne wszystkich ważnych wydawałoby się czynników, zmiennych, włącza on jednakże kluczowe, moim zdaniem, wskaźniki wypłacalności i płynności finansowej w ujęciu krótkookresowym oraz wskaźnik będący miarą wystarczalności zasobów w stosunku do poziomu obecnego wydobycia. Wykorzystanie powyższej metody koncentrującej się na ocenie bezpieczeństwa w relacji do oceny krajowych systemów paliwowych wymaga znajomości szeregu danych. Te ostatnie nie są często dostępne z przyczyn, które można skategoryzować jako zaniechania naukowe lub mieszczące się w ramach tajemnicy handlowej. Niestety bywa również, iż dane są rozbieżne, co wynika nie tylko z niefrasobliwości, ale również celowych działań dezinformacyjnych. Często więc jako pewnik można podać tylko orientacyjną ocenę porównującą zarówno średnio, jak również długookresowe bezpieczeństwo zaopatrzenia energetycznego, odnoszące się do funkcjonujących w kraju systemów energetycznych.

⁵⁹ T. Leszczyński, *Dywersyfikacja dostaw gazu ziemnego w Unii Europejskiej*, Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki, Warszawa 2008, nr 1, s. 13.

ROZDZIAŁ DRUGI

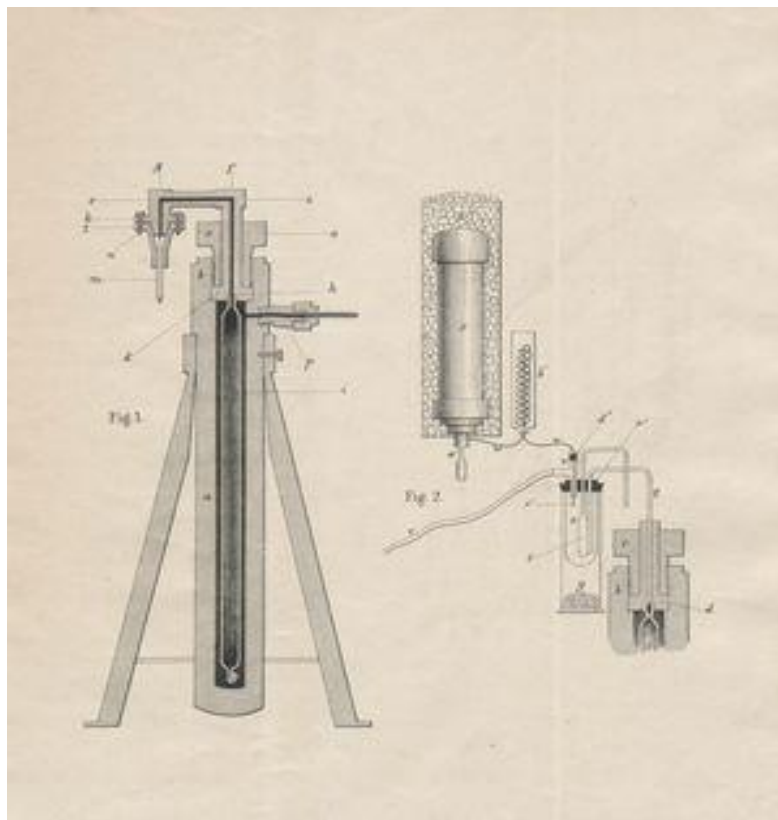
POLSKIE ZASOBY GAZU ZIEMNEGO: CHARAKTERYSTYKA, TYPOLOGIA, ROZMIESZCZENIE POKŁADÓW GAZOWYCH

Co prawda pierwsze doświadczenia związane z wykorzystaniem gazu ziemnego miały miejsce w 1684 roku w Wielkiej Brytanii, kiedy to John Clayton zdefiniował swoimi badaniami możliwość prażenia gazu bez udziału powietrza, to jednak Polska miała – choć na dalszym etapie badań nad „błękitnym surowcem” – swój cenny wkład w rozwój sektora energetycznego. Już w 1830 roku, a więc w trzy dekady po tym jak oświetlenie gazowe pojawiło się w stolicy „rewolucji przemysłowej” Londynie, Kraków stał się pierwszym miastem na ziemiach polskich, znajdujących się wówczas pod zaborami, który mógł się poszczycić latarnią gazową oświetlającą mroki nocy w byłej stolicy królów polskich. W połowie XIX wieku na ziemiach polskich w okolicach Krosna – w Bóbrce powstała pierwsza kopalnia ropy naftowej, zaś przy okazji jej produkcji, z czasem rozpoczęto również produkcję gazu ziemnego⁶⁵.

16 kwietnia 1883 roku we francuskiej prasie ukazały się informacje o przełomowym doświadczeniu zrealizowanym przez krakowskich profesorów Zygmunta Wróblewskiego oraz Karola Olszewskiego, którzy uzyskali skroplony tlen w postaci cieczy. Następnie udało im się w podobny sposób, czyli przy wykorzystaniu etylenu o temperaturze blisko minus 140°C skroplić azot i dwutlenek węgla. Profesor Zygmunt Wróblewski kontynuował badania nad właściwościami gazu ziemnego wyznaczając jego krytyczną wartość. Uznawany jest również za wynalazcę kaskadowej metody skraplania gazu polegającej na wykorzystaniu niskich temperatur do skraplania surowca (metoda wykorzystywana obecnie w ramach technologii LNG oraz w innych obszarach technologii wykorzystywanych w sektorze gazowym). Krakowski profesor był również pionierem kriogeniki. Tak więc w stosunkowo krótkim czasie stworzył podwaliny pod nowoczesny sektor gazowy, umożliwiając tym samym jego dynamiczny rozwój. Za swoje odkrycia i pasję naukową zapłacił cenę najwyższą. W wyniku rozległych oparzeń, których doznał w wyniku rozlania się nafty i jej samozapłonu w czasie opracowywania badań naukowych poniósł śmierć. Obok Ignacego

Łukasiewicza należy do najwybitniejszych przedstawicieli nauki polskiej, którzy przeszli do panteonu wybitnych postaci o globalnym wymiarze⁶⁰.

Rysunek 1. Aparatura do skroplenia składników powietrza wykorzystana w czasie eksperymentu przez Z. Wróblewskiego oraz K. Olszewskiego

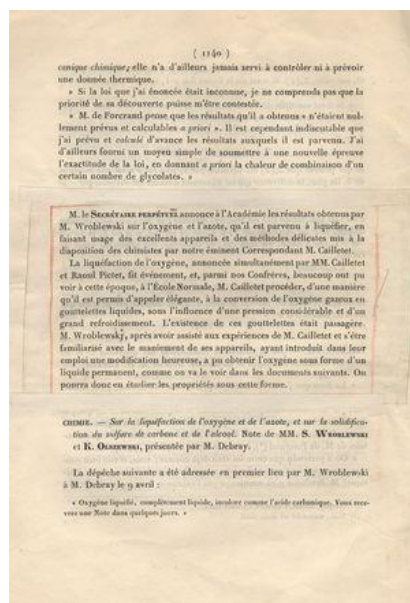


Źródło: *Skroplenie tlenu i azotu*, <https://jbc.bj.uj.edu.pl/Content/276684/skroplenie.html> [dostęp: 18.11.2023].

Bez doświadczenia tych wybitnych naukowców nie byłoby możliwości skraplania gazu ziemnego do formy LNG. Wynalazek ten posłużył się dalszemu rozwojowi sektora gazu ziemnego, będąc swoistym kamieniem milowym wyznaczającym drogę do nowej technologii wykorzystania tego cennego surowca w sferze produkcji i dystrybucji „błękitnego paliwa”. Ta ostatnia, współcześnie szczególnie w okresie rozchwiania globalnego rynku gazu ziemnego stanowi obecnie o jego sile.

⁶⁰ *Historia wydobycia ropy i gazu ziemnego w kopalni w Bóbrce*, <https://bobrka.pl/kopalnia-bobrka/> [dostęp: 11.11.2023].

Rysunek 2. Fotografia strony artykułu odnoszącego się do doświadczeń profesorów Z. Wróblewskiego oraz K. Olszewskiego we francuskim piśmie „Comptes Rendus” z 17 kwietnia 1883 roku



Źródło: Z. Wróblewski, K. Olszewski, *Adnotacja o przełomowym odkryciu*, „Comptes Rendus” 1883, T. 96, s. 1140.

W 1912 roku na ziemiach polskich, znajdujących się wówczas pod zaborem austriackim, we wsi Białkówka pod Krosnem został wykonany pierwszy odwiert gazowy. W tym samym roku, również w Białkowie powstał pierwszy gazociąg o długości 20 kilometrów, którym przesyłano surowiec celem jego uzdatniania w zakładzie obróbki „błękitnego paliwa”. Po II wojnie światowej uległy zmianie granice naszego państwa. Rozpoczął się trudny proces gazyfikacji polskich miast i wsi. O ile początkowo istniejące zasoby surowca wystarczały dla zaspokojenia potrzeb ze strony klienta zinstytucjonalizowanego (wielka chemia), jak również indywidualnego, z czasem brak dostępu do strategicznych zasobów surowca spowodował konieczność uzupełnienia niedoborów importem ze źródeł zewnętrznych. Ostatnim ważnym w dziejach rozwoju polskiego sektora gazu ziemnego wydarzeniem, zamykającym klamrą czasy dawne ze współczesnością, było zamknięcie w 1998 roku małej gazowni węglowej w miejscowości Międzylesie na Dolnym Śląsku. Tym samym wszystkie polskie zakłady gazownicze realizowały już tylko dostawy w oparciu o gaz ziemny, zarzucając technologię wytwarzania surowca w oparciu o węgiel kamienny⁶¹.

⁶¹ *Historia gazu ziemnego*, Wirtualne Muzeum Gazownictwa, <https://wmgaz.pl/historia-polskiegogazownictwa/historia-gazownictwa#point-59> [dostęp: 1.11.2023].

Nie ulega więc wątpliwości, iż przedstawione powyżej w formie skondensowanej w ramach zarysu historii sektora gazowego przełomowe odkrycia i technologie stały się determinantem zmian w postrzeganiu możliwości oraz ograniczeń naszego państwa w obszarze pozyskiwania czy wykorzystania surowca. Często powtarzającymi się w przywoływanych już we wcześniejszej części pracy definicjach polityki bezpieczeństwa energetycznego elementami, decydującymi o polityce bezpieczeństwa energetycznego, są: wielkość zasobów, położenie pokładów zalegania gazu ziemnego czy też w odniesieniu do jego produkcji. Wielkość zasobów nie zawsze przekłada się na potencjał produkcyjny państwa. Kluczowym determinantem określającym możliwość uruchomienia produkcji na skalę przemysłową pozostaje rachunek zysków i strat, które może przynieść za sobą eksploatacja danego pokładu. Innymi determinantami mieszczącymi się w obszarze potencjału produkcyjnego jest wielkość pokładów zalegających formacje skalne węglowodorów. W nomenklaturze pojęciowej sektora energetycznego przyjmuje się określać poszczególne pokłady surowca jako potwierdzone oraz hipotetyczne. Pierwsza kategoria dotyczy złóż węglowodorów, o których istnieniu wiemy nie tylko z dostępnych map geologicznych (obecnie już szeroko dostępnych w ramach katalogu elektronicznego), ale również gruntownie przebadanych według obowiązujących w tym obszarze przemysłu górniczego norm, technik mierniczych. Wśród tych ostatnich na uwagę zasługują wielkość zasobów, głębokość ich występowania, struktura geologiczna złoża, wobec której prowadzone będą prace eksploatacyjne, będące – co również ważne – ingerencją w środowisko naturalne. Złóża te definiujemy jako pokłady potwierdzone. Drugi rodzaj złóż to takie, których występowanie możemy stwierdzić z dużą dozą prawdopodobieństwa, choćby ze względu na strukturę geologiczną, nie ma pewności co do wielkości pokładów, bowiem nie dokonano odpowiednich prac górnich poprzedzających wydanie decyzji o ich zagospodarowaniu⁶².

Równie istotne jest określenie rodzajów gazu ziemnego. Typologia ta wpływa na podejmowanie kluczowych decyzji nie tylko dotyczących samego wydobycia, ale również wykorzystania gazu ziemnego zarówno w sferze przemysłu jak również w ramach dostaw realizowanych na potrzeby konsumpcji indywidualnej. Poniższa tabela przedstawia parametry umożliwiające odpowiednią parametryzację zastosowania gazu ziemnego w zakresie podmiotowym to znaczy odbiorcy docelowego.

⁶² A. Janocha, *Badania separacji siarkowodoru z gazu zasiarczonego przy różnych konfiguracjach modułów membranowych*, Państwowy Instytut Badawczy, „Nafta i Gaz” 2019, nr 4, s. 222–229.

Tabela 7. Rodzaje gazu ziemnego (determinanty)

Zawartość składników węglowodorowych	Suchy (ilość propanu poniżej 5%, niewielka zawartość w surowcu wyższych węglowodorów)
j/w	Mokry (ilość propanu w przedziale 5%–10%, udział wyższych węglowodorów w strukturze gazowej)
Zawartość azotu	Bezazotowe (zawartość azotu poniżej 3%)
j/w	Nisko azotowe (zawartość azotu w przedziale 3%–10%)
j/w	Gazy zaazotowane (zawartość azotu powyżej 10%)
j/w	Gazy zaazotowane (zawartość azotu w strukturze gazu ziemnego powyżej granicy 10%)
Zawartość siarkowodoru	Gazy małosiarkowe (zawartość siarkowodoru poniżej 0,3%)
j/w	Gazy siarkowe (zawartość siarkowodoru w przedziale 0,3%–3%)
j/w	Gazy wysokosiarkowe (zawartość siarkowodoru większa niż 3%)

Źródło: opracowanie własne na podstawie, *Parametry jakościowe paliwa gazowego*, <https://swi.gazsystem.pl/swi/public/#!/gas/quality/params/monthly?lang=pl> [dostęp: 6.01.2024].

Równie istotne, jak stopień zanieczyszczenia gazu ziemnego czy też jego skład mierzony miernikami fizycznymi, chemicznymi są parametry jakościowe surowca. To one decydują o wykorzystaniu gazu ziemnego, ilości jego konsumpcji, jak również wpływają na technologię dystrybucji, w tym zwłaszcza jego transportu. Poniższa tabela przedstawia parametry jakościowe gazu ziemnego, które umożliwiają zdefiniowanie możliwości jego wykorzystania, głównie w odniesieniu do potrzeb konsumenta surowca, który zostanie jemu dostarczony. Podobnie jak w odniesieniu do analizowanych powyżej parametrów, również i te poniżej zaprezentowane w tabeli odnoszą się w warstwie podmiotowej zarówno do obiorcy indywidualnego, jak również zinstytucjonalizowanego.

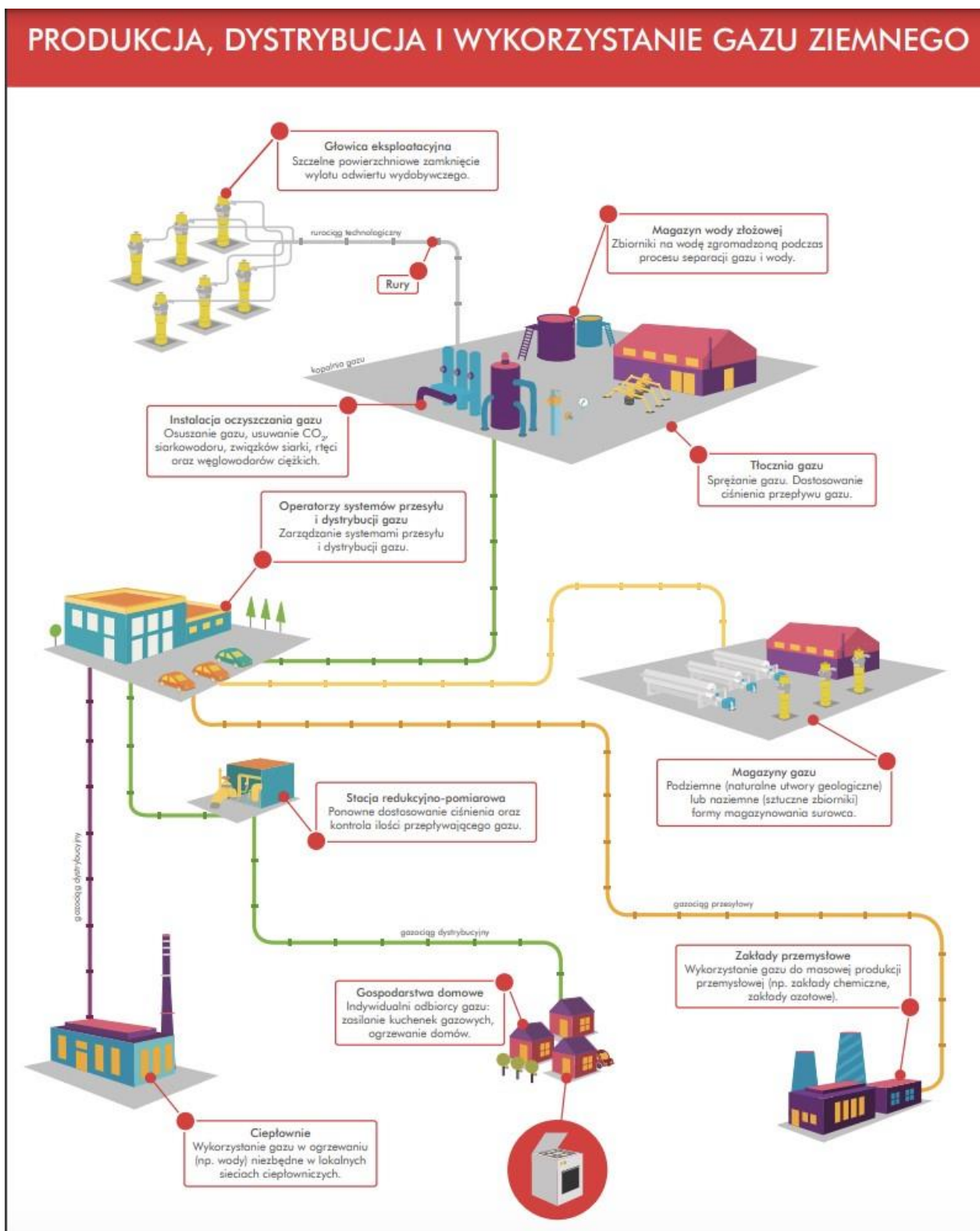
Tabela 8. Parametry jakościowe gazu ziemnego

Parametry jakościowe gazu ziemnego	Ciepło spalania kWh/m ³
j/w	Wartość opałowa kWh/m ³
j/w	Gęstość kg/m ³
j/w	Gęstość względna kg/m ³
j/w	Górna liczba Wobbego kWh/m ³
j/w	Dolna liczba Wobbego kWh/m ³
j/w	Zawartość siarkowodoru mg/m ³
j/w	Zawartość siarki całkowitej mg/m ³
j/w	Zawartość rtęci ug/m ³
j/w	Siarka merkaptanowa mg/m ³
j/w	Temperatura rosy/wody

Źródło: opracowanie własne na podstawie, *Parametry jakościowe paliwa gazowego*, <https://swi.gazsystem.pl/swi/public/#!/gas/quality/params/monthly?lang=pl> [dostęp: 6.01.2024].

Zanim jednak surowiec trafi do odbiorcy, najpierw musi być przeprowadzona analiza potencjalnych źródeł ewentualnej produkcji surowca, zarówno pod kątem jego wydobycia, jak również wstępnie czynników ekonomicznych oraz środowiskowych. W przypadku podjęcia działań na rzecz produkcji gazu ziemnego powstaje schemat określający kolejne komponenty, odpowiedzialne za proces produkcji, uzdatniania, transportu surowca, w tym również do odbiorcy końcowego. Po dokonaniu odwiertu, wydobyty surowiec zostaje poddany procesowi separacji, polegającemu na oddzieleniu gazu ziemnego od wody. Woda trafia do specjalnego zbiornika zaś gaz ziemny, wskutek działania tłoczni, trafia do operatorów systemu produkcji i dystrybucji gazu ziemnego. Następnie rurociągami wykorzystując do tego punkty redukcyjnopomiarowe, gaz jest przesyłany do odbiorców w tym klientów indywidualnych (np.: mieszkańców miast i wsi), przemysłowych (np.: wielka chemia) czy zakładów ciepłowniczych, w których błękitne paliwo stanowi wkład w proces produkcji ciepła. Poniższy schemat przedstawia działanie systemu zaopatrywania w gaz ziemny docelowego odbiorcy od chwili jego wydobycia aż do zrealizowania podjętych zobowiązań.

Schemat 2. System produkcji oraz dystrybucji gazu ziemnego



Źródło: Schemat kopalni gazu ziemnego, PKN ORLEN,
https://www.ornenupstream.pl/PL/GazZiemny/Documents/PDW_GAZ_PL/files/assets/common/downloads/publication.pdf [dostęp: 11.01.2024].

2.1. Pokłady gazu ziemnego w Polsce: wielkość, lokalizacja, dostępność złóż

Polska nie jest samowystarczalna pod względem produkcji gazu ziemnego. Począwszy od lat 70. XX wieku odnotowywany jest wyraźny trend spadkowy wyrażający się udziałem polskich złóż gazu ziemnego w relacji do całkowitej konsumpcji surowca. Przyczyniło się do niego wiele czynników, wśród których na plan pierwszy wysuwają się: brak odpowiednich do zagospodarowania złóż surowca, jak również dostępu do nowoczesnych technologii jego pozyskiwania oraz możliwość sprowadzania tańszego gazu ziemnego z obszaru ZSRR. Innym czynnikiem, który przyczynił się do zmian w bilansie gazowym PRL był bez wątpienia dynamiczny rozwój gospodarczy w latach 1970–1980 przypadający na okres rządów pełniącego wówczas funkcję pierwszego sekretarza PZPR Edwarda Gierka. Niestety wskutek braku odpowiednich technologii polska gospodarka, w tym zwłaszcza przemysł, wpisywał się w sposób niemalże naukowy w definicję gospodarki ekstensywnej, to jest takiej, w której nadmierne wykorzystanie surowców energetycznych było tolerowane ze względu na ich dostępność (rynek radziecki) oraz nie będącą wykładnikiem wolnego rynku cenę. Stąd też produkcja surowca, pomimo jej trwania, nie przynosiła wymiernych efektów również z tego powodu, iż postanowiono nie inwestować odpowiednich środków finansowych mogących się przyczynić do jej finalnego wzrostu⁶³.

O ile jeszcze dekadę temu udział gazu ziemnego w ostatecznym bilansie zużycia surowca wahał się w przedziale 25%–28% o tyle obecnie jego dynamika spadkowa wyraża się wartościami wyraźnie niższymi niż 25% naszego zapotrzebowania na „błękitne paliwo”. Wskutek zastosowania nowych technologii pozyskiwania surowca, polski sektor gazu ziemnego utrzymuje jednak produkcję na zbliżonym od dłuższego okresu poziomie z tym zastrzeżeniem, iż nie odpowiada to dynamicznie rosnącemu zapotrzebowaniu na surowiec. Te ostatnie przewidywane jest w prognozach obejmujących rok 2030 na blisko 30 mld m³ rocznie, to jest 7–8 mld m³ więcej niż obecnie. Podstawowym problemem jest brak dostępu do większych złóż gazu ziemnego, rozproszenie poszczególnych odwiertów. Ostateczną decyzję o eksploatacji pokładów surowca determinują również czynniki geologiczne oraz

⁶³ P. Karnkowski, *Problem poszukiwań i dystrybucji ropy naftowej i gazu ziemnego w okresie PRL*, Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo, Warszawa 1984, s. 10; M. Czołgała, *Górnictwo nafty i gazu w minionym 35 leciu PRL PRL oraz kierunki rozwoju*, NAFTA, Warszawa 1982, nr 12, s. 13.

środowiskowe. Wśród tych ostatnich na uwagę zasługują bliskość siedzib ludzkich, możliwość wystąpienia katastrof górniczych o negatywnych dla środowiska naturalnego konsekwencjach. Wśród czynników mających wpływ na produkcję gazu ziemnego w naszym państwie należy również uwzględnić te odnoszące się do problemów międzynarodowych, nie zawsze związanych z technologią produkcji i dystrybucji surowca. Wśród nich na pierwszy plan wysuwają się te w obszarze bezpieczeństwa. Poniższa tabela zawiera wykaz czynników, które wpłynęły, a część z nich nadal wpływa na krajowe wydobycie surowca lub szerzej politykę bezpieczeństwa energetycznego w sektorze gazu ziemnego.

Tabela 9. Polityczne, ekonomiczne oraz środowiskowe czynniki wpływu na polski sektor produkcji dystrybucji gazu ziemnego (przełożenie)

Ożywienie gospodarcze wynikające z wyjścia z okresu pandemii	Przełożenie: wzrost zapotrzebowania na gaz ziemny
Wzrost gospodarczy czołowych potęg azjatyckich	Przełożenie: wzrost zapotrzebowania na gaz ziemny
Efekt cieplarniany	Przełożenie: osłabienie zapotrzebowania na gaz ziemny
Zwiększenie znaczenia sektora OZE w segmencie produkcji energii elektrycznej oraz ciepłej	Przełożenie: osłabienie zapotrzebowania na gaz ziemny
Zniszczenie infrastruktury przesyłowej gazu ziemnego	Przełożenie: wzrost zapotrzebowania na gaz ziemny ze źródeł niekonwencjonalnych oraz w postaci LNG. Negatywny wpływ na ostateczną cenę za pozyskany surowiec. Negatywny wpływ na koszty produkcji
Ograniczenie importu surowca z Federacji Rosyjskiej	Przełożenie: wzrost cen za surowiec, negatywne skutki dla gospodarki – koszty procesów produkcyjnych wymagających wykorzystania gazu ziemnego. Pozytywny wpływ w obszarze bezpieczeństwa dostaw, stabilizacja ekonomiczna
Rozbudowa infrastruktury gazowej w Republice Tureckiej	Przełożenie: perspektywy zwiększenia możliwości pozyskiwania surowca z różnych źródeł (Azerbejdżan, Turkmenistan, Kazachstan,

	Uzbekistan – biorąc pod uwagę uwarunkowania polityczne – z czasem również Republika Iranu)
Wzrost znaczenia LNG w bilansie gazowym	Przełożenie: zwiększenie dostępności w zakresie dostaw surowca. Czynnikiem negatywnym jest podatność rynku LNG na zmiany cen.
Wzrost napięcia ogniskującego się wokół norweskich pokładów gazu ziemnego	Przełożenie: zwiększenie cen za surowiec, możliwość zdestabilizowania dostaw surowca z obszaru podbiegunowego należącego do Norwegii
Wzrost napięcia związany z rosyjską strategią wykorzystania gazu ziemnego jako narzędzia wpływu na politykę wewnętrzną i zagraniczną państw Unii Europejskiej	Przełożenie: zwiększenie presji cenowej, zachwianie europejskim rynkiem gazu ziemnego, zmniejszenie znaczenie UE na arenie globalnych relacji politycznych oraz ekonomicznych

Źródło: *Wpływ na ceny gazu ziemnego. Analiza popytowo – podażowa*, <https://www.jagiellonski.pl/co-wplywana-ceny-gazu-ziemnego-analiza-popytowo-podazowa/> [dostęp: 11.01.2024].

Z powyższych rozważań wyłania się obraz polskiego sektora energetycznego w jego gazowej części. Widać wyraźnie, iż jego perspektywy mierzone są w mniejszym stopniu produkcją krajową, a w znacznie większym możliwościami dywersyfikacji dostaw surowca. W przyszłości istotną rolę odegra również możliwość produkcji surowca w oparciu o złoża będące własnością polskich spółek energetycznych, choć znajdujące się poza granicami naszego państwa.

Informacje dotyczące potencjalnie dostępnych złóż stanowią dość istotną, jeśli nie kluczową rolę, w określaniu bilansu gazowego państwa, co przynosi za sobą konieczność intensyfikacji produkcji (jeśli są takie możliwości), jak również odpowiedniego, to znaczy bezpiecznego i zgodnego z harmonogramem dostaw. Dlatego też istotne jest zwłaszcza staranne oraz regularne monitorowanie stanu posiadania. W Polsce taki bilans tworzony jest regularnie, na koniec każdego roku kalendarzowego. Odpowiedzialnym za jego powstanie jest Państwowy Instytut Geologiczny, konkretnie zaś odpowiedni właściwościami zespół badawczy. Dokument wygenerowany w oparciu o pozyskane z różnych źródeł krajowych informacje publikowany jest corocznie. Musi również co istotne uzyskać akceptację Ministerstwa Ochrony Środowiska Naturalnego. Właśnie ta instytucja zleca przygotowanie szeregu dokumentów, opinii, prognoz

Państwowej Służbie Geologicznej. Dokument ten, co warto podkreślić, jest generowany w oparciu o dane systemu *Gospodarki i ochrony bogactw mineralnych Polski MIDAS*, a prace obliczeniowe wykonane są w ramach programu *Geologia złożowa i gospodarcza PIG – PIB*. W ramach tej części pracy będziemy się posługiwać informacjami pochodzącymi właśnie z tego, najbardziej miarodajnego, bo sięgające źródeł informacjami⁶⁴.

W Polsce największa liczba znanych oraz – co często równie ważne – zbadanych złóż gazu ziemnego znajduje się na obszarze Niżu Polskiego. Pozostałe pokłady surowca zlokalizowane są na obszarze przedgórze Karpat. Niewielkie zasoby występują w samych Karpatach oraz w polskiej strefie ekonomicznej akwenu bałtyckiego. Z tym ostatnim wiążemy spore nadzieje na wzrost wydobycia, co może do pewnego stopnia wyhamować trend w postaci zmniejszenia się udziału polskiego surowca w całym, krajowym jego obrocie. „Blisko 75% udokumentowanych zasobów surowca znajduje się w utworach miocenu i czerwonego spągowca. Pozostałe, istniejące zasoby znajdują się w osadach kambru, dewonu, karbonu, cechsztynu, jury i kredy”⁷⁰. Poniższa mapa przedstawia lokalizację kluczowych dla polskiego sektora produkcji gazu ziemnego pokładów.

⁶⁴ M. Szuflicki, A. Malon, M. Tymiński, *Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2019 r.*, PIGPIB, Warszawa 2020, s. 17. ⁷⁰ *Ibidem*, s. 12.

Mapa 1. Lokalizacja pokładów gazu ziemnego w Polsce



Źródło: Polski Instytut Geologiczny, <https://www.pgi.gov.pl/> [dostęp: 20.03.2024].

Obecne szacunki odnoszące się do krajowego potencjału w obszarze możliwości produkcji surowca definiują wielkość pokładów na poziomie 144,25 mld m³. Inne dane, przedstawione w poniższym zestawieniu, zmniejszają potencjalne ilości nadającego się do wydobywania surowca poniżej 100 mld m³. Trudno więc polskie pokłady „błękitnego paliwa” uznać za strategiczne. Co najwyżej mogą być uzupełnieniem w łącznym bilansie gazowym naszego państwa. Niestety, pomimo licznych deklaracji ze strony decydentów odpowiedzialnych za sektor energetyczny, nie udało się zwiększyć ilości pokładów mających odpowiedni potencjał do zagospodarowania. Od 2018 do 2022 roku wielkość pokładów surowca wzrosła zaledwie o 2,09 mld m³, co można uznać za wielkość marginalną. Nie sposób przy tym podkreślić, iż wielkość ponoszonych na kolejne odkrycia złóż surowca przekracza już zyski z jego produkcji. Jedynym wytłumaczeniem takiego, a nie innego stanu

rzeczy jest bezpieczeństwo energetyczne państwa. Nadzieje na poprawę sytuacji w analizowanym przez nas obszarze są związane z technologią eksploatacji istniejących złóż gazu ziemnego, która umożliwi pozyskiwanie większych niż dotychczas ilości surowca z już istniejących pokładów oraz powrót do zasobów, które w myśl nowych koncepcji wydawać by się mogło, że ponownie mogą być eksploatowane na skalę przemysłową. Nie zmienia to jednak gruntownie naszego bilansu zawierającego się ilorazem możliwości do potrzeb. Na zmiany tegoż wpływają przede wszystkim dwa istotne czynniki. Za wzrost ilości gazu odpowiada odkrywanie nowych złóż, natomiast za spadek ilości odpowiada wzrost wydobycia i elementy z nim powiązane. Przykładem tego jest wygaszanie wydobycia ze złóż nieefektywnych, przeznaczanie naturalnych złóż na magazyny gazu (znajdujący się w takich złożach naturalnie gaz stanowi poduszkę powietrzną, zabezpieczająca magazyn), czy inne elementy niekorzystnie wpływające na wydobycie. Z wielu różnych względów, wskazana powyżej ilość gazu nie jest równoznaczna z ilością surowca nadającą się do wykorzystania przemysłowego. Część złóż jest rozproszona, a ich wydobywanie jest niezgodne z rachunkiem ekonomicznym. Dodatkowo niektóre złoża występują w miejscach, w których wydobycie nie jest możliwe. Zgodnie z omawianym bilansem, zasoby przemysłowe złóż gazu ziemnego według danych na 2019 rok wyniosły 74.95 mld m³⁶⁵, natomiast rzeczywiste wydobycie w roku 2019 osiągnęło poziom 4 976.46 mln m³, co było o 50.45 mln m³ większe niż w roku 2018. Produkcja surowca nie pokrywa więc w pełni krajowego zapotrzebowania⁶⁶. W przyszłości, jeśli nie nastąpi przełom w poszukiwaniu kolejnych krajowych źródeł zaopatrzenia w surowiec, wielkość produkcji nie ulegnie radykalnej poprawie. Co więcej, należy się spodziewać sukcesywnego spadku produkcji błękitnego paliwa. O roli i miejscu Polski w globalnym systemie zasobów oraz produkcji gazu ziemnego świadczy fakt, iż pod względem potencjału wydobywczego zajmujemy odległą bowiem 55 lokatę wśród światowych producentów.

⁶⁵ *Ibidem*,

s.11.⁷²

Ibidem, s.19.

⁶⁶ *Krajowy Dziesięcioletni Plan Rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na paliwa gazowe na lata 2020–2029*, OGP Gaz-System S.A. – wyciąg kwiecień 2019 roku.⁷⁴ J. Gierszewski, *Wokół Uniwersum nauk o bezpieczeństwie*, Warszawa 2022, s. 34.

Tabela 10. Udokumentowane złoża gazu

GAZ ZIEMNY - mln m³

Razem
ze złóż ropnych i kondensatowych
ze złóż gazowych
ze złóż PMG

Wyszczególnienie	Ilość złóż	Zasoby wydobywalne				Zasoby przemysłowe
		bilansowe			pozabilansowe	
		Razem	A+B	C		
ZASOBY OGÓŁEM	<u>305</u>	<u>141 971.36</u>	<u>65 956.68</u>	<u>76 014.68</u>	<u>2 277.67</u>	<u>74 953.38</u>
	91	25 244.68	9 094.23	16 150.45	655.20	14 958.67
	218	110 017.69	50 153.46	59 864.23	1 622.47	59 777.35
	8	6 708.99	6 708.99	-	-	217.36
w tym - zasoby złóż zagospodarowanych						
Razem -	<u>201</u>	<u>89 588.38</u>	<u>59 885.83</u>	<u>29 702.55</u>	<u>670.39</u>	<u>46 445.15</u>
	58	12 804.29	4 859.12	7 945.17	650.06	10 046.80
	145	70 075.10	48 317.72	21 757.38	20.33	36 180.99
	8	6 708.99	6 708.99	-	-	217.36
Bałtyk (off shore)	<u>2</u>	<u>741.25</u>	<u>737.33</u>	<u>3.92</u>	-	<u>658.18</u>
	2	741.25	737.33	3.92	-	658.18
	0	-	-	-	-	-
	0	-	-	-	-	-
Karpaty	<u>26</u>	<u>932.10</u>	<u>639.70</u>	<u>292.40</u>	<u>6.69</u>	<u>411.21</u>
	17	113.12	107.91	5.21	0.06	25.86
	12	697.48	410.29	287.19	6.63	263.85
	1	121.50	121.50	-	-	121.50
Niż	<u>88</u>	<u>57 167.82</u>	<u>42 748.14</u>	<u>14 419.68</u>	<u>650.00</u>	<u>32 200.99</u>
	30	9 308.22	2 689.61	6 618.61	650.00	7 890.69
	57	41 775.13	33 974.06	7 801.07	-	24 310.30
	3	6 084.47	6 084.47	-	-	-

Wyszczególnienie	Ilość złóż	Zasoby wydobywalne				Zasoby przemysłowe
		bilansowe			pozabilansowe	
		Razem	A+B	C		
Przedgórze	85	30 747.21	15 760.66	14 986.55	13.70	13 174.77
	9	2 641.70	1 324.27	1 317.43	-	1 472.07
	76	27 602.49	13 933.37	13 669.12	13.70	11 606.84
	4	503.02	503.02	-	-	95.86
w tym - zasoby złóż niezagospodarowanych						
Razem -	60	51 347.59	5 596.10	45 751.49	1 419.75	28 508.23
	17	12 274.91	4 234.47	8 040.44	-	4 911.87
	43	39 072.68	1 361.63	37 711.05	1 419.75	23 596.36
	0	-	-	-	-	-
Bałtyk (off shore)	3	4 464.50	-	4 464.50	-	4 249.23
	3	4 464.50	-	4 464.50	-	4 249.23
	0	-	-	-	-	-
	0	-	-	-	-	-
Karpaty	2	240.00	240.00	-	73.00	-
	0	-	-	-	-	-
	2	240.00	240.00	-	73.00	-
	0	-	-	-	-	-
Niż	42	45 167.71	5 255.10	39 912.61	1 346.75	23 964.78
	14	7 810.41	4 234.47	3 575.94	-	662.64
	28	37 357.30	1 020.63	36 336.67	1 346.75	23 302.14
	0	-	-	-	-	-
Przedgórze	13	1 475.38	101.00	1 374.38	-	294.22
	0	-	-	-	-	-
	13	1 475.38	101.00	1 374.38	-	294.22
	0	-	-	-	-	-
w tym - złoża, których eksploatacji zaniechano						
Razem -	44	1 035.39	474.75	560.64	187.53	-
	16	165.48	0.64	164.84	5.14	-
	30	869.91	474.11	395.80	182.39	-
	0	-	-	-	-	-
Karpaty	7	149.54	-	149.54	143.99	-
	5	89.48	-	89.48	4.15	-
	4	60.06	-	60.06	139.84	-
	0	-	-	-	-	-
Niż	27	725.58	474.19	251.39	0.99	-
	10	76.00	0.64	75.36	0.99	-
	17	649.58	473.55	176.03	-	-
	0	-	-	-	-	-
Przedgórze	10	160.27	0.56	159.71	42.55	-
	1	-	-	-	-	-
	9	160.27	0.56	159.71	42.55	-
	0	-	-	-	-	-

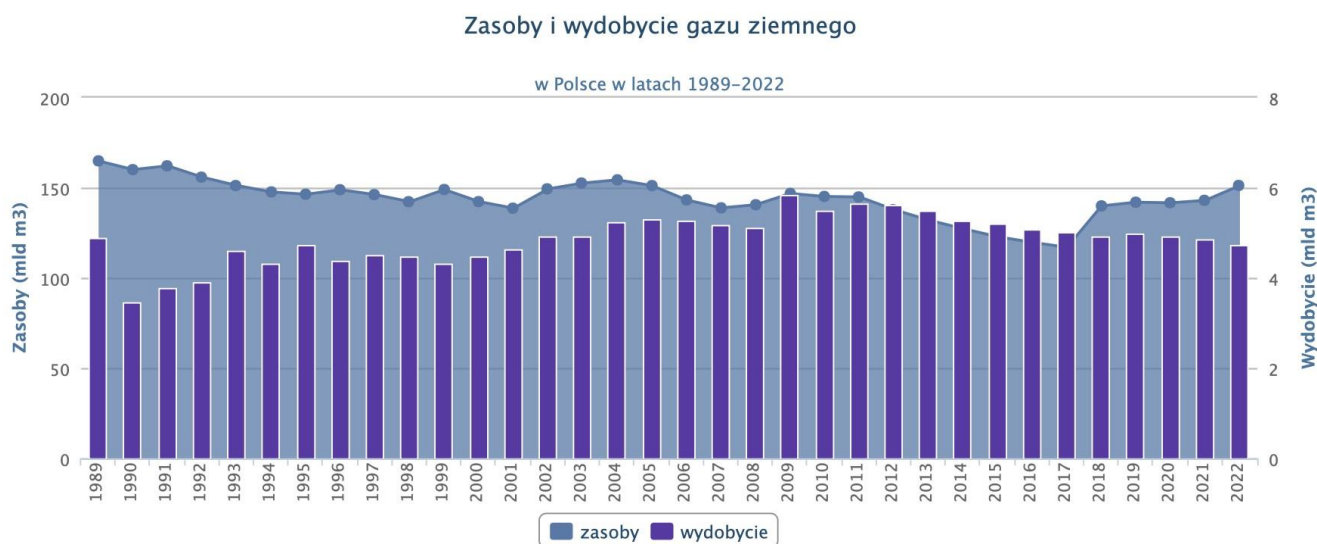
Źródło: M. Szuflicki, A. Malon, M. Tymiński (red.), *Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2019 r.*, Warszawa, 2020, s. 20.

Niniejsza tabela, obejmująca przedział czasowy pomiędzy 2019 a 2023 rokiem, wyraźnie wskazuje na utrzymywanie się wydobycia surowca ze złóż znajdujących się w Polsce na podobnym poziomie 3,9 mld m³ – 4,1 mld m³ surowca rocznie. Pewną dynamikę

wzrostową odnotowujemy w przypadku złóż będących własnością strony polskiej PGNiG, PKN ORLEN, znajdujących się poza granicami naszego państwa. Głównymi źródłami zaopatrzenia w surowiec są Norwegia, Kanada oraz Pakistan. Przywołane powyżej spółki energetyczne, będące obecnie częścią koncernu pod auspicjami PKN ORLEN, poszukują również złóż gazu ziemnego na innych kierunkach. Niektóre z nich, jak Libia, ze względu na skomplikowaną sytuację wewnętrzną będącą pochodną trwającej w tym państwie wojny domowej, wydają się niezbyt perspektywiczne. Bardziej perspektywicznym kierunkiem wydają się złoża znajdujące się w Egipcie oraz w obszarze wyłącznej strefy ekonomicznej Madagaskaru⁶⁷.

Zresztą gdyby prześledzić okres niemalże trzech ostatnich dekad, od 1989 roku – stanowiącego swoistą cezurę polityczną odgraniczającą czas gospodarki centralnie sterowanej od wolnorynkowej – można zauważyć, ich wahania w obszarze produkcji gazu ziemnego na terenie naszego państwa były stosunkowo niewielkie. Poniższy wykres przybliży nam wartości co umożliwi wyartykułowanie powyższej opinii.

Wykres 1. Zasoby i wydobycie gazu ziemnego w Polsce w latach 1989–2022 (mld m³)



Źródło: Państwowy Instytut Geologiczny, <https://www.pgi.gov.pl/surowce/energetyczne/gaz-ziemny.html> [dostęp: 14.01.2023].

⁶⁷ BP, *Statistical Review of World Energy globally consistent data on world energy markets. and authoritative publications in the field of energy*, BP Energy Outlook 2021, 70, s. 8–20.

Tabela 11. Średnia produkcja węglowodorów, zarówno gazu ziemnego, jak i ropy naftowej, realizowana w roku 2022 przez spółki wchodzące w skład Grupy ORLEN (k boe/d)

Polska	80,7
Norwegia	84,7
Kanada	14,6
Pakistan	5,2
Litwa	0,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie CIRE, <https://www.cire.pl/artykuly/serwis-informacyjny-cire24/produkcja-gazu-ziemnego-grupy-orlen-wzrosla-w-2022r-do-77-mld-m3> [dostęp: 14.01.2023].

Według stanu na 2023 rok w Polsce działa kilka znaczących kopalni gazu ziemnego, które kumulują blisko 90% krajowej produkcji. W Polsce gaz ziemny wydobywa się głównie na Podkarpaciu (Przemyśl, Husów, Sanok) i zapadlisku przed karpackim (wysokometanowy) w wyniku odmetanowywania kopalni węgla kamiennego w GOP, w Wielkopolsce (Odolanów, Kościan, Grodzisk Wielkopolski, Międzychód) oraz Lubuskemu (Drezdenko).

Tabela 12. Produkcja polskich kopalni gazu ziemnego na obszarze RP w 2022 roku (mln m³)

Kopalnia gazu ziemnego	Wielkość produkcji (mln m ³)
Rokietnica	1107 (1,17 mld m ³)
Bajerze	433,58
Tuchola	327,92
Mielniki – Nowe Sioło	273,56
Kulno	220,00
Jastrzębiec,	170,45
Korzeniówek	75,08
Chałupczyn	18,20

Źródło: Państwowy Instytut Geologiczny, <https://www.pgi.gov.pl/surowce/energetyczne/gaz-ziemny.html> [dostęp: 14.01.2024].

2.2. Zasoby, produkcja gazu ze złóż niekonwencjonalnych

Co prawda próby eksploatacji niekonwencjonalnych pokładów gazowych zostały podjęte w XIX wieku, to jednak dopiero od lat 80. XX wieku rozpoczęto starania w celu wykorzystania istniejących złóż na skale przemysłową. Prekursorem w tej dziedzinie okazali się Amerykanie, którzy obecnie są liderem eksploatacji surowca z pokładów łupkowych. Jako niekonwencjonalne uznawane są te złoża, które występują w innych przestrzeniach niż skały porowate o wysokiej przepuszczalności, które umożliwiają dość swobodny przepływ gazu i łatwe jego pozyskanie – zazwyczaj są to piaskowce lub wapienie⁶⁸. Warto jeszcze wspomnieć o kryterium niekonwencjonalności. „Niekonwencjonalność polega (...) nie na tym, co w ziemi, lecz po prostu na sposobie wydobycia tego na powierzchnię. Niekonwencjonalność przejawia się też w niekonwencjonalnych kosztach wydobycia, bo nowe technologie kosztują więcej, a więc i gaz jest po prostu droższy”⁶⁹. W ramach niekonwencjonalnych pokładów gazowych możemy wyróżnić zasoby występujące w formacjach skalnych o niskiej przepuszczalności, złoża zawierające się w pokładach węgla w postaci wolnej oraz zaadsorbowanej, jak również złoża umiejscowione wyjątkowo głęboko. Powyżej wspomniane źródła nadają się do pozyskiwania surowca, choć – co należy podkreślić – jest to obarczone szeregiem różnego rodzaju ograniczeń, w tym tych, związanych z wymogami ochrony środowiska naturalnego, jak również bliskością siedzib ludzkich, kosztocłonnością procesu produkcyjnego. Kolejnym niekonwencjonalnym źródłem gazu ziemnego są hydraty, jednakże mimo licznych wysiłków i znacznego nakładu finansowego, jak dotąd nie udało się opracować metody pozyskania gazu z hydratów. Wszystkie złoża niekonwencjonalne mają różne zdolności do akumulacji gazu, co za tym idzie – mają różną wydajność. Reasumując, źródła niekonwencjonalne podzielić na kilka rodzajów, co ilustruje poniższa tabela.

Tabela 13. Rodzaje złóż niekonwencjonalnych

gaz łupkowy (<i>shale gas</i>)
gaz zamknięty (<i>tight gas</i>)
gaz głębinowy (<i>deep gas</i>)

⁶⁸ *Polskie Łupki Niezależne Źródło Informacji*, <https://www.polskielupki.pl/arttykul-gazniekonwencjonalny/74117/lupki-zrodlo-gazu-niekonwencjonalnego> [dostęp: 12.08.2023].

⁶⁹ *Polska – USA. Gaz łupkowy*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/tematyka/makroekonomia/trendygospodarcze/polska-usa-gaz-lupkowy/> [dostęp: 12.08.2023].

gaz z pokładów węgla (<i>coalbed methane</i>)

hydraty gazowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Polskie Łupki*, Niezależne Źródło Informacji, <https://www.polskielupki.pl/badania-i-nauka/slownik-pojec> [dostęp: 12.08.2023].

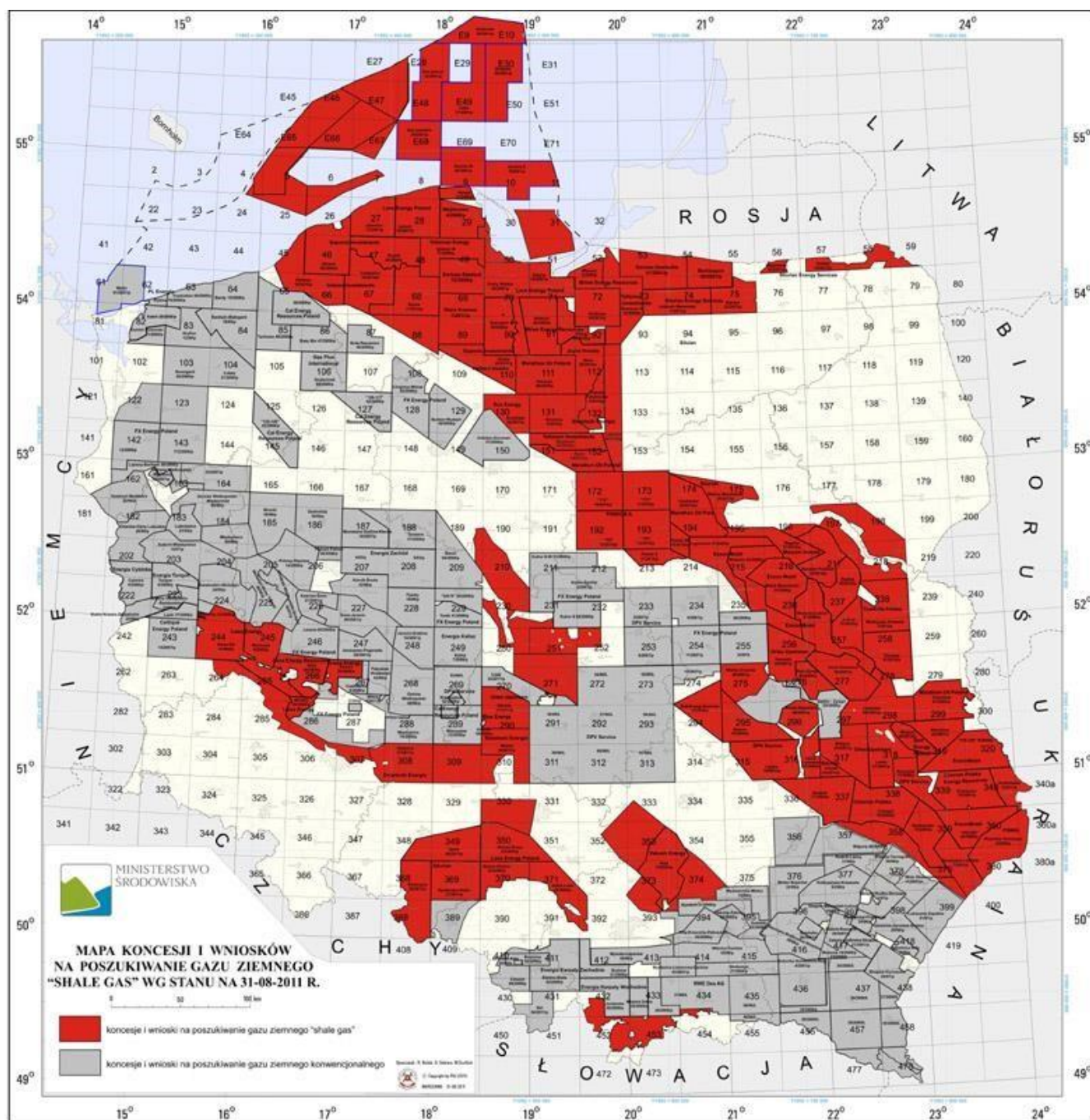
Na dzień dzisiejszy, poza próbnymi odwiertami w formacjach łupkowych na skalę przemysłową, wydobywa się jedynie gaz z pokładów węgla kamiennego. Jego złoża w Polsce zlokalizowane są w większości w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Szacowana wielkość tych złóż to 109 548,53 mln m³ ⁷⁰.

W 2010 roku prowadzono badania na terenie RP w celu określenia możliwości pozyskiwania gazu łupkowego. Pierwsze prognozy wydawały się bardzo obiecujące, co zdeterminowało decydentów politycznych do rozpoczęcia kampanii na rzecz polskiego przemysłu łupkowego, ale relatywnie szybko okazało się, że rzeczywistość jest zupełnie inna, a gaz łupkowy, nawet jeśli jest na terytorium Polski, to nie można go pozyskać. Głównym ograniczeniem jest to, że potencjalne pokłady zlokalizowane są na terenach zaludnionych, ponadto złoża są mocno zanieczyszczone SiO₂ (tlenkiem krzemu (IV)) oraz innymi minerałami, głównie ilastymi, ponadto są zbyt głęboko dla obecnej technologii i w niekorzystnych warunkach geologicznych⁷¹.

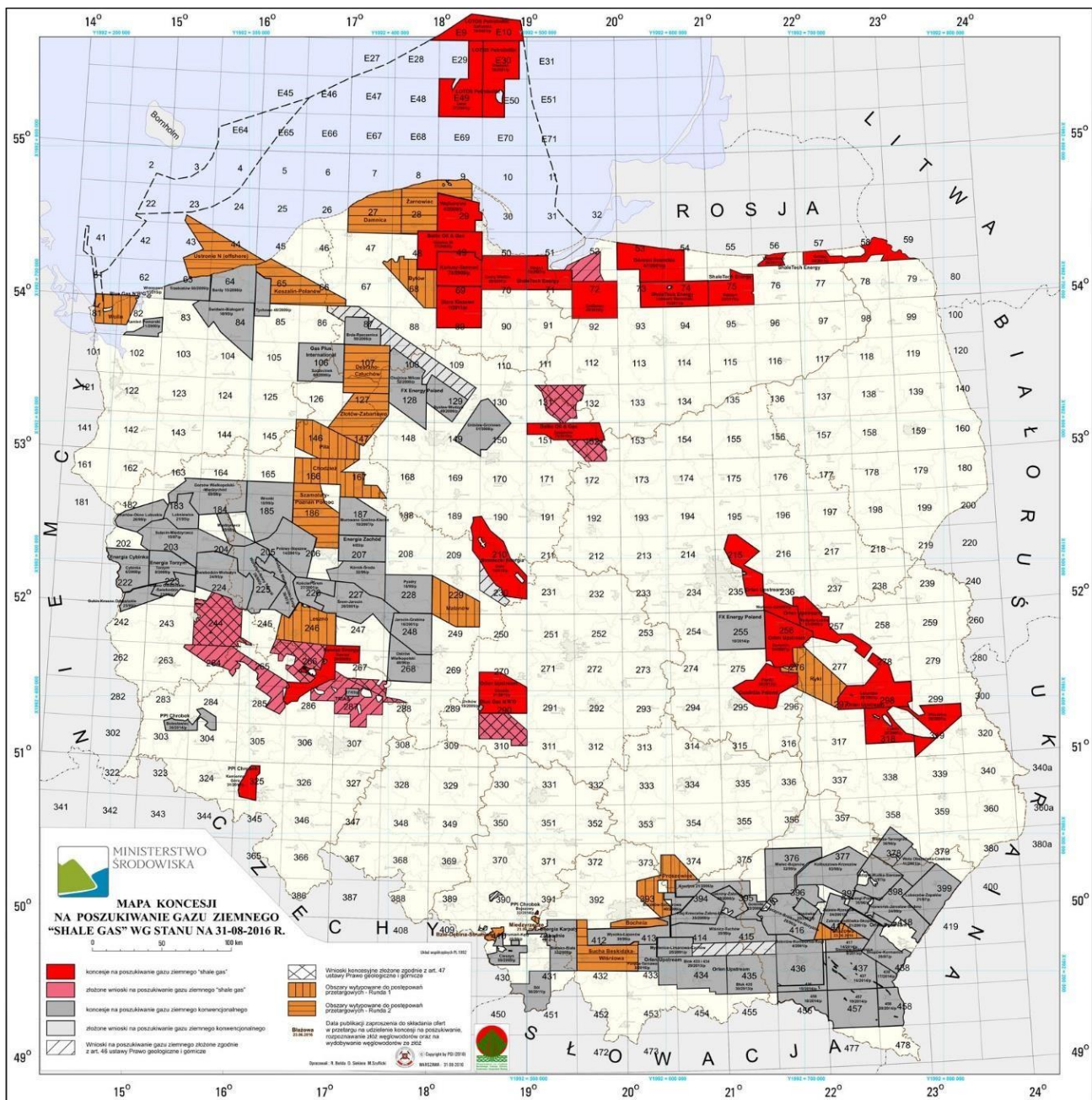
⁷⁰ M. Szuflicki, A. Malon, M. Tymiński, *Bilans zasobów złóż kopalni w Polsce wg stanu na 31.12.2019 r.*, PIGPIB, Warszawa 2020, s. 20.

⁷¹ Ł. Łukańko, J. Macuda, J. Hadro, *Environmental implications of shale gas*, Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie, Warszawa 2011, s. 11–14.

Mapa 2. Złoza gazu łupkowego w Polsce



Mapa 3. Koncesje na wydobycie gazu łupkowego



Źródło: *Koncesje na wydobycie gazu łupkowego*, www.węglowodory.pl [dostęp: 20.03.2024].

Można więc uznać, iż poza gazem z pokładów węgla kamiennego, Polska nie posiada odpowiednich pokładów gazu niekonwencjonalnego, a jedynym rzeczywistym źródłem produkcji „zamiennika” dla gazu ziemnego pozostaje biogaz, którego produkcja w Polsce, mimo znacznych ilości surowca, jest raczej niewielka, czego wynikiem problemy z wykorzystaniem surowca⁷².

⁷² *Ile w Polsce jest biogazowni. Najnowsze dane*, <https://www.cire.pl/artykuly/serwis-informacyjny-cire-24/ilejest-w-polsce-biogazowni-najnowsze-dane> [dostęp: 12.08.2023].

2.3. Charakterystyka transportu gazu ziemnego w Polsce

Inne problemy z produkcją gazu ze źródeł niekonwencjonalnych związane są ze skomplikowaną technologią jego pozyskiwania. Odmetanowywanie kopalni węgla kamiennego w GOP, w Wielkopolsce (Odolanów, Kościan, Grodzisk Wielkopolski Międzychód) i Lubuskiem (Drezdenko) powoduje wydobycie gazu ziemnego w Polsce głównie na Podkarpaciu (Przemyśl, Husów, Sanok) i zapadliku przedkarpackim (wysokometanowy). Po zakończeniu pierwszych odwiertów PGNiG zamierza uruchomić trzynaście kopalń już w 2012 roku. W ostatnim czasie rozpoczęły się nowe badania, które potwierdzają, że w okolicach Szamotuł, Trzcianki i Czarnkowa istnieje ropa. Możliwości niekonwencjonalnego uzyskiwania gazu ziemnego w Polsce obejmują nie tylko tradycyjne metody. Może to być metan z łupków, złóż węgla lub gaz wydobywany z izolowanych porów skalnych. Zasoby te obejmują od 1,5 do 3 biliona metrów sześciennych. W 2010 roku rozpoczęły się badania, które mają odpowiedzieć na pytanie, czy takie złoża istnieją. Złoża konwencjonalne obejmują szacunkowo 98 miliardów metrów sześciennych. W latach 2015/2016 wydobycie krajowe pokrywało około 1/3 zapotrzebowania na gaz w Polsce. Pozostałe 2/3 pochodziły z importu, głównie z Rosji. W 2019 roku Polska potrzebowała około 18 miliardów metrów sześciennych gazu. Obszar obrotu jest kontrolowany przez kilkadziesiąt firm, ale podobnie jak dystrybucja, jest zmonopolizowany przez PGNiG S.A. Na koniec grudnia 2014 roku 141 firm uzyskało koncesje na obrót gazem ziemnym. Natomiast 59 firm działało aktywnie w zakresie obrotu gazem ziemnym. W 2014 r. udział grupy kapitałowej PGNiG S.A. w sprzedaży gazu do odbiorców końcowych wyniósł 89,24%, a rok wcześniej 94,42%. Pozostałe 10,76% sprzedaży gazu do odbiorców końcowych było realizowane przez alternatywne spółki obrotu działające w Polsce oraz przez spółki sprzedające gaz z zagranicy bezpośrednio do dużych odbiorców końcowych, którzy sami sprowadzili gaz do Polski. Gaz ziemny, podobnie jak energia elektryczna, jest sprzedawany i kupowany przede wszystkim na giełdzie towarowej prowadzonej przez TGE S.A. Z uwagi na duże zapotrzebowanie na gaz ziemny, uczestnikami rynku giełdowego gazu są przede wszystkim przedsiębiorstwa zajmujące się obrotem paliwami gazowymi oraz odbiorcy końcowi, którzy mogą działać samodzielnie na podstawie odpowiedniej umowy z TGE S.A. poprzez udział w giełdzie lub poprzez domy maklerskie. Zmiany w ustawie Prawo energetyczne, które zobowiązały przedsiębiorstwa energetyczne zajmujące się obrotem paliwami gazowymi do obowiązkowej sprzedaży części gazu ziemnego na giełdach

towarowych, spowodowały rozwój giełdowego rynku gazu ziemnego. W 2014 r. obowiązek ten wynosił 40% gazu wprowadzonego przez przedsiębiorstwa obrotu gazem ziemnym do sieci przesyłowej. Podstawy liberalizacji gazu zostały stworzone poprzez utworzenie jednolitego, wirtualnego punktu zakupu gazu w Polsce oraz rozpoczęcie sprzedaży gazu na polskiej Towarowej Giełdzie Energii. Wprowadzenie ustawowego obliwa giełdowego i podział PGNiG na dwie spółki były kolejną znaczącą zmianą. W rezultacie płynność na giełdzie znacznie wzrosła, a warunki dotyczące kosztów zakupu gazu ziemnego zostały stworzone dla wszystkich firm zajmujących się obrotem gazem w Polsce. Jednak do pełnej liberalizacji rynku gazu ziemnego potrzebne są dalsze zmiany. Najważniejszym z nich jest uwolnienie cen gazu dla konsumentów. W rezultacie taryfa nadal musiałaby zostać zatwierdzona przez wszystkie przedsiębiorstwa obrotu gazem, niezależnie od tego, czy działają jako operator sieci. Ta taryfa gwarantuje, że gaz zostanie dostarczony do wszystkich konsumentów, którzy nie zmieniają sprzedawcy. W tym samym czasie wszystkie przedsiębiorstwa obrotu zostałyby zwolnione z obowiązku taryfowania, jeśli nie posiadają własnych sieci lub oferują gaz na sieciach innego operatora. Takie działania sprawdziły się na rynku energii elektrycznej. W takich warunkach rynkowych klienci mogą albo zrezygnować z cen regulowanych, albo przejść na ofertę konkurencji, która jest bardziej elastyczna. Pierwsze

próby magazynowania gazu ziemnego w wyeksploatowanym złożu gazu ziemnego w Karpatach, w złożu Roztoki, w okolicach Jasła, rozpoczęły się w 1954 roku. To była pierwsza PMG w Europie. Wszystkie podziemne magazyny gazu wysokometanowego w Polsce należą do PGNiG⁷³. W dalszej kolejności koniecznym byłoby omówienie kwestii magazynowania gazu ziemnego w Polsce. System przesyłowy gazu ziemnego w Polsce składa się z dwóch współpracujących ze sobą systemów z krajowego systemu przesyłowego (wysokometanowego E, zaazotowanego Lw.) oraz systemu gazociągów tranzytowych. Krajowy system przesyłowy zarządzany przez OGP Gaz-System S.A. zasilany jest z wielu ściśle określonych według norm

⁷³ B. Mahmud, M. Ermila, Z. Bennour, W. Mahmud, *A Review of Fracturing Technologies Utilized in Shale Gas Resources, Emerging Technologies in Hydraulic Fracturing and Gas Flow Modelling*, <https://www.intechopen.com/chapters/72128> [dostęp: 27.12.2023].

Polskiego prawa energetycznego miejsc odbioru gazu ziemnego. Poniżej tabeli ujęto punkty odbioru surowca.

Tabela 14. Krajowy system przesyłowy

Krajowy system przesyłowy zarządzany przez OGP Gaz - System S. A. - miejsc odbioru gazu ziemnego		
1.	punkt GCP Gaz-System/UA TSO (granica polsko-ukraińska)	
2.	Wysokoje (granica polsko-białoruska)	
3.	punkt GCP Gaz-System/ONTRAS (Lasów – granica polsko-niemiecka)	
4.	Cieszyn (granica polsko-czeska)	
5.	System Gazociągów Tranzytowych (polski odcinek gazociągu JamałEuropa):	Punkt Wzajemnego Połączenia (fizyczne punkty wejścia we Włocławku i Lwówku)
		Mallnow (tzw. rewers wirtualny lub fizyczny w sytuacji wstrzymania tranzytu gazociągiem Jamał-Europa)
6.	połączenia realizujące import lokalny:	Tietierowka (granica polsko-białoruska)
		punkt GCP Gaz-System/ONTRAS (Gubin – granica polsko-niemiecka)
		Branice (na granicy polsko-czeskiej)
7.	punkt wejścia z terminalu LNG w Świnoujściu	

Źródło: opracowanie własne.

Warto także zwrócić uwagę na fakt, że krajowy system przesyłowy zasilany jest ze złóż krajowych oraz siedmiu instalacji magazynowych w systemie gazu ziemnego wysokometanowego (PMG). Gaz ziemny wysokometanowy (PMG) powiązany jest z siecią instalacji magazynowych, które podczas realizacji odbioru gazu ziemnego stanowią punkty wejścia do systemu przesyłowego. Poniższa tabela prezentuje punkty wejścia do krajowego systemu przesyłowego gazu ziemnego.

Tabela 15. Podziemne magazyny gazu

Podziemne magazyny gazu, będące jednocześnie punktem wejścia do systemu przesyłowego	
1.	GIM Sanok – obejmująca instalacje magazynowe PMG Husów, PMG Strachocina, PMG Swarzędów i PMG Brzeźnica
2.	GIM Kawerna – obejmująca instalacje magazynowe KPMG Mogilno oraz KPMG Kosakowo

3.	odrębna Instalacja Magazynowa Wierzchowice, w skład, której wchodzi PMG Wierzchowice
----	--

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Krajowy Dziesięcioletni Plan Rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na paliwa gazowe na lata 2020–2029*, OGP Gaz-System S.A. – wyciąg kwiecień 2019 roku.

Dodatkowo należy wspomnieć o systemie przesyłowym gazu ziemnego bogatego w azot. Obsługuje on trzy regiony w zachodniej Polsce, a więc kolejno województwa: lubuskie, wielkopolskie i dolnośląskie. Wspomniany system przesyłu gazu jest zasilany gazem ziemnym ze złóż na Niżu Polskim przez kopalnie gazu ziemnego Kocian-Brosko, Białystok, Radlin, Kaleje (Mchy) i Roszków oraz podziemnych magazynów gazu ziemnego (Daszewo i Bonikowo). Dodatkowo posiada on zasilanie pochodzące z gazu ziemnego wydobywanego w kopalni Wielichowo, Papro i Lubiatów, który musi być mieszany z gazem ziemnym wysokometanowym w mieszalni gazu ziemnego w Grodzisku Wielkopolskim⁷⁴. Przechodząc płynnie od przesyłu gazu należy w następnej kolejności wspomnieć o magazynowaniu gazu ziemnego. W Polsce funkcjonuje siedem podziemnych magazynów gazu wysokometanowego (zob. tabela 16), które współpracują z systemem przesyłu gazu – magazyny w wyeksploatowanych złóżach gazu ziemnego: UGS Husów, UGS Wierzchowice, UGS Swarzów, UGS Brzenica i UGS Strachocina; magazyny w kawernach solnych: KPMG Mogilno i KPMG Kosakowo⁷⁵. Dodatkowo należy wspomnieć o dwóch magazynach gazu ziemnego zarządzanych przez PGNIG S.A. Wspomniane magazyny to UGS Daszewo oraz UGS Bonikowo. Należy dodać, że magazynowany w tych miejscach gaz jest zaazotowany. Można więc dokonać konkluzji jakoby rozbudowa sieci przesyłu gazu ziemnego była tak samo ważna, jak kwestia magazynowania surowca. Szczególnie ważnym aspektem są połączenia międzysystemowe oraz tworzenie nowych źródeł importu w celu przeprowadzenia sprawnej dywersyfikacji dostaw surowca.

⁷⁴ *Ibidem.*

⁷⁵ *Ibidem.*

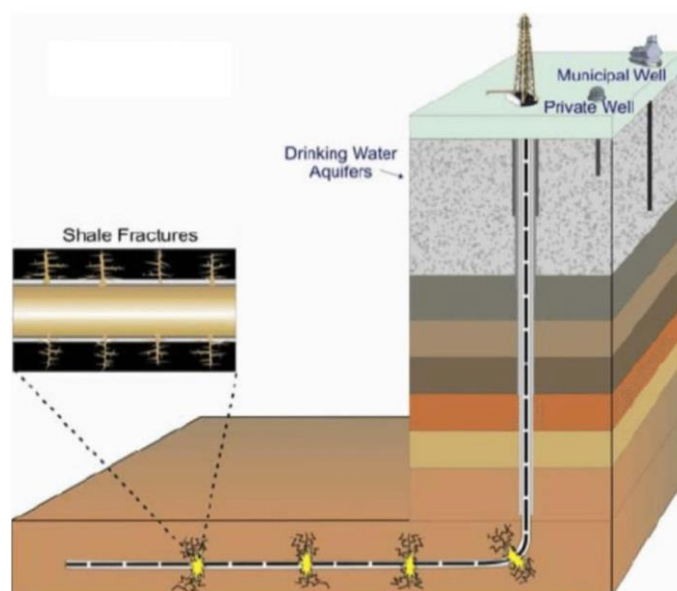
Tabela 16. Magazyny gazu ziemnego w Polsce

Magazyny w wyeksploatowanych złożach gazu ziemnego	Magazyny w kawernach solnych	Magazyny gazu ziemnego zaazotowanego zarządzane przez PGNIG S.A.
USG Husów	KPMG Mogilno	UGS Daszewo
USG Swarzów	KPMG Kosakowo	UGS Bonikowo
USG Wierchowice		
USG Brzenica		
USG Strachocina		

Źródło: opracowanie własne na podstawie: OGP Gaz-System S.A. - Krajowy Dziesięcioletni Plan Rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na paliwa gazowe na lata 2020–2029 – wyciąg kwiecień 2019 roku.

Często zadawanym pytaniem o przyszłość produkcji gazu w oparciu o pokłady łupkowe jest to mieszczące się w obszarze wykorzystania odpowiedniej technologii przez polskie spółki energetyczne. Podstawową metodą produkcji surowca pozostaje technika szczelinowania hydraulicznego (pionowa oraz bardziej nowatorska pozioma)

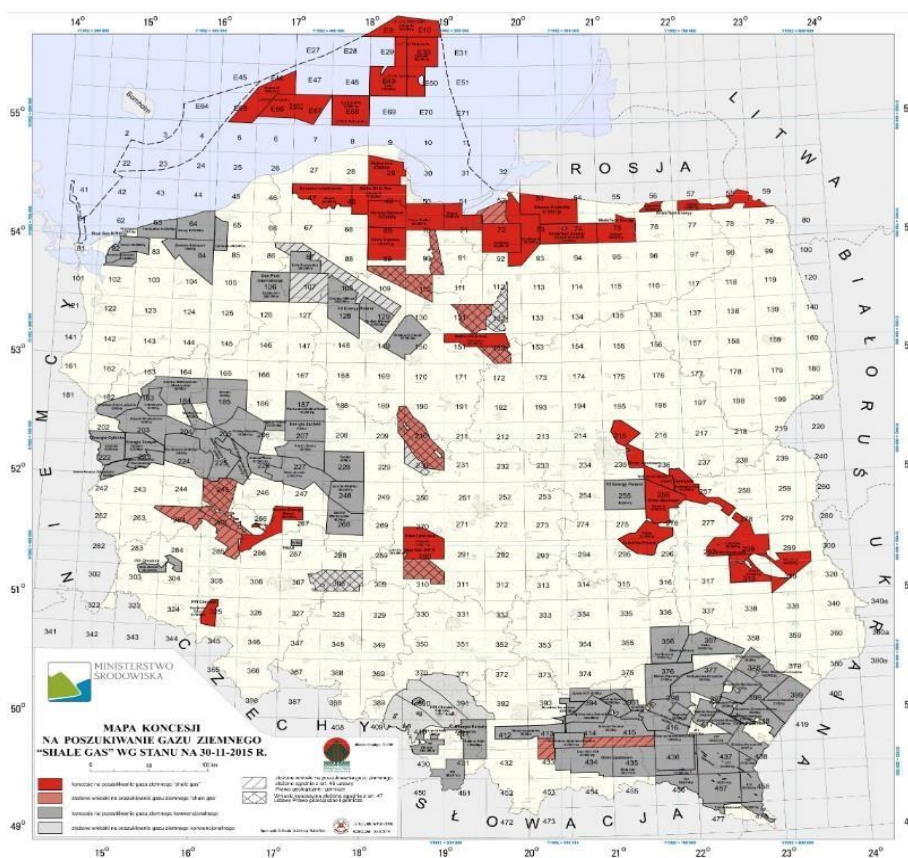
Schemat 3. Szczelinowanie hydrauliczne



Źródło: R. Wood, P. Gilbert, M. Sharmina, K. Anderson, A. Footitt, N. Glynn, F. Nicholls, *Shale gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts*, A research report by The Tyndall Centre University of Manchester, 2011, s. 26.

Zazwyczaj są to odwierty kierunkowe, których długość może wynosić nawet 3 km. Takim odwiertom towarzyszy tzw. szczelinowanie hydrauliczne, które polega na „wtłoczeniu pod ziemię ogromnych ilości wody pod ogromnym ciśnieniem (600 atmosfer) oraz drobnoziarnistego piasku”⁷⁶. Generalnie jest to technologia wymagająca znacznych ilości wody i prowadzenia wielu odwiertów⁷⁷. Oznacza to, że w przestrzeniach zurbanizowanych jest to projekt trudno wykonalny, a na terenie Polski największe złoża gazu łupkowego występują pod obszarami zabudowanymi.

Mapa 4. Mapa koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie gazu łupkowego, stan na 30 listopada 2015



Źródło: lupki.mos.gov.pl [dostęp: 20.03.2024].

<https://www.obserwatorfinansowy.pl/tematyka/makroekonomia/trendygospodarcze/polska-usa-gaz-lupkowy/> [dostęp: 20.03.2024]; *Raport Ocena zasobów wydobywalnych gazu ziemnego i ropy naftowej w formacjach łupkowych*, Państwowy Instytut Geologiczny, Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2012, s. 12;

⁷⁶ Ł. Łukańko, J. Macuda, J. Hadro, *Środowiskowe implikacje gazu łupkowego — Environmental implications of shale gas*. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie, Kraków 2011, s. 20.

⁷⁷ J. Hadro, *Strategie poszukiwań gazu w łupkach i ich uwarunkowania ekonomiczno-prawne*, Warszawa 2010, s. 5.

Jednak pomimo występujących trudności, ponad dziesięć lat temu ruszyły w Polsce pierwsze odwierty⁷⁸. Jako pierwszy był odwiert w okolicach Lęborka. Pełna nazwa odwiertu to Łebień LE – 2H. Właścicielem koncesji i wykonawcą odwiertu jest Lane Energy Poland – firma kontrolowana przez Conoco Phillips. Również PGNiG uzyskało koncesję i podjęło próby wydobywania gazu z łupków⁷⁹. Aktualnie USA, Kanada, Chiny i Argentyna produkują gaz łupkowy na skalę komercyjną⁸⁰. Brak wielkoskalowego rozpowszechnienia się gazu łupkowego, jako surowca energetycznego, na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia jest związany z obawami ekologicznymi, a zwłaszcza zbyt dużą potencjalną ingerencją wydobycia gazu łupkowego na środowisko naturalne. Gaz łupkowy to niekonwencjonalny gaz kopalny uwięziony w mikroskopijnych porach w złożach charakteryzujących się bardzo niską przepuszczalnością oraz trudnościami z dostępnością.

Istnieją trzy techniki wiercenia odwiertu gazu łupkowego

- wiercenie pionowe;
- wiercenie poziome;
- wiercenie kierunkowe⁸¹.

Gaz ziemny jest tradycyjnie wydobywany ze zbiorników za pomocą wierceń pionowych do celu znajdującego się bezpośrednio pod miejscem wiercenia. Rozdrobnione skały wydobywa się w tej technice na powierzchnię poprzez wstrzyknięcie mieszaniny gliny i wody przez wydrążoną rurę wiertniczą do obrotowych wiertel⁸². Wiercenie poziome w początkowych etapach polega na tym samym, co ma miejsce w wierceniu pionowym, a następnie opierając się na danych geologicznych wykonuje się poziomy odwiert w kierunku złoża. Wiercenie kierunkowe jest zaś wykorzystywane w przypadku występowania przeszkód naturalnych.

⁷⁸ R. Kłaczyński, *Perspektywy wydobycia gazu łupkowego w Polsce na tle światowego rynku gazu niekonwencjonalnego*, [w:] A. Kozera, (red.), *Żitomir: Pin'čuv: Viša Škola kvalifikacij*, Kraków 2013, s. 30.

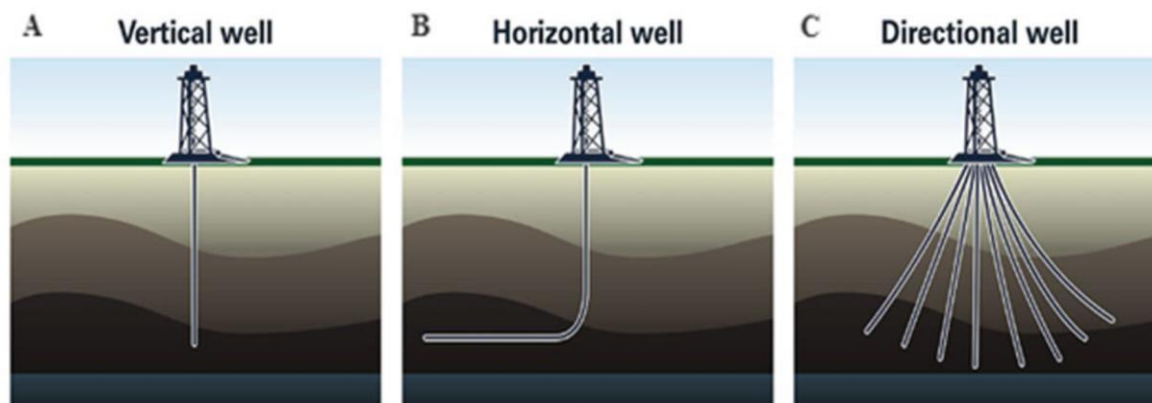
⁷⁹ *Gaz łupkowy w Polsce*, <https://web.archive.org/web/20121001023329/http://www.pmrconsulting.com/pl/a8/gaz-lupkowy-w-polsce> [dostęp: 12.08.2023].

⁸⁰ M. Mistré, M. Crénes, M. Hafner, *Shale gas production costs: historical developments and outlook*, "Energ. Strat." nr 20, s. 20–25, <https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.01.001> [dostęp: 13.02.24].

⁸¹ S. Chen, Y. Zhu, H. Wang, H. Liu, W. Wei, J. Fang, *Shale gas reservoir characterization: a typical case in the southern Sichuan Basin of China*, "Energy" 2011, Pekin, nr 36, s. 6609–6616.

⁸² D.F. Martineau, *History of the Newark East field and the Barnett Shale as a gas reservoir*, "AAPG Bull" 2007, New York, nr 91, s. 399–403.

Schemat 4. Techniki wiercenia odwiertu gazu łupkowego



Źródło: O. Ben Mya, *Shale Gas in Algeria: The Future Environmental Disaster*, 2022, 10.1007/978-3-030-76081-6_70;
https://www.researchgate.net/publication/360197445_Shale_Gas_in_Algeria_The_Future_Environmental_Disaster [dostęp: 27.12.2023].

ROZDZIAŁ TRZECI

DYWERSYFIKACJA DOSTAW GAZU ZIEMNEGO DO POLSKI

Przy niskim poziomie zasobów własnych, pokrywających rodzime zapotrzebowanie na surowce, logiczne staje się wprowadzenie rozwiązań, mających na celu zwiększenie bezpieczeństwa sektora surowców energetycznych. Biorąc pod uwagę polskie uwarunkowanie w dużo większym stopniu dotyczy to segmentu gazu ziemnego. W przypadku ropy naftowej strona polska od lat 70. XX wieku posiada możliwości odbioru surowca drogą morską, jak również jego przerobu przekraczającego wielkością zapotrzebowanie na surowiec, a tym samym dając możliwość jego eksportu w postaci paliw przetworzonych. Znacznie mniej korzystnie kształtuje się sytuacja w gazowej części sektora surowców energetycznych, stąd koniecznym jest dalsze prowadzenie rozlicznych działań na rzecz pozyskiwania gazu ziemnego zarówno ze źródeł polskich, jak również zagranicznych. Pomysłów na dywersyfikację źródeł, kierunków dostaw jak również formy, w której dostarczony ma być „błękitne paliwo” było i jest wiele. Najważniejszych z nich wydaje się zdywersyfikowanie dostaw surowców energetycznych poprzez dywersyfikację źródła zaopatrzenia w gaz ziemny, jak również szlaków przesyłowych. Innym pomysłem jest zainwestowanie w produkcję gazu ziemnego ze złóż krajowych, jak również będących własnością firm energetycznych kraju importera surowca zagranicznych. Poniższy rysunek wraz z tabelą przybliżają cele dywersyfikacji, jak również wskazują w sposób jednoznaczny na jej sens w obszarze bezpieczeństwa energetycznego państwa, będącego zresztą częścią kultury strategicznej państwa. Ta ostatnia zaś musi być zgodna z racją stanu, stanowiącą o sile państwa, jego możliwościach oraz o tym co najważniejsze czyli suwerenności⁸³.

⁸³ J. Kukułka, *Nowe uwarunkowania i wymiary bezpieczeństwa międzynarodowego Polski*, „Więś i Państwo” 1995, nr 1, s. 198–199.

Rysunek 3. Cele polityki bezpieczeństwa energetycznego państwa (ujęcie ogólne) w obszarze możliwości i ograniczeń związanych z dywersyfikacją źródeł, dostaw w tym kierunków (tras) przesyłu surowca



Źródło: M. Rewizorski, R. Rosicki, W. Ostant, *Wybrane aspekty bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej*, Warszawa 2013, s. 23.

Przy niskim poziomie zasobów własnych, pokrywających rodzime zapotrzebowanie na surowce, logiczne jest wprowadzenie rozwiązań, mających na celu zwiększenie stopnia bezpieczeństwa sektora surowców energetycznych w jego gazowej części. Jednym z nich jest zdywersyfikowanie dostaw surowców energetycznych poprzez dywersyfikację źródła zaopatrzenia w gaz ziemny, co ze względu na ostatnie wydarzenia polityczne (rosyjsko–ukraiński konflikt zbrojny) również szlaków przesyłowych⁸⁴. Niezwykle istotna przy tym pozostaje ocena stopnia wiarygodności państwa tranzytowego, przez które dokonywane są dostawy do wskazanego przez importera miejsca odbioru. Innym pomysłem na skuteczną dywersyfikację definiowaniem zapewnieniem jak najwyższego stopnia bezpieczeństwa

⁸⁴ A. Wasiuta, *Zwiększenie dywersyfikacji dostaw oraz źródeł pochodzenia energii jako podstawowy czynnik bezpieczeństwa energetycznego w kontekście polityki energetycznej Polski*, Poznań, 2010, s. 2–12.

energetycznego jest zainwestowanie w produkcję gazu ziemnego ze złóż krajowych, jak również będących własnością firm energetycznych kraju importera surowca zagranicznych⁸⁵.

Tabela 17. Cele polskiej polityki bezpieczeństwa energetycznego w obszarze dywersyfikacji (ujęcie szczegółowe)

Cele	Dywersyfikacja źródeł dostaw surowca (LNG, źródła konwencjonalne, źródła niekonwencjonalne)
Cele	Dywersyfikacja linii przesyłowych (realizacja projektu Baltic Pipe)
Cele	Uzyskanie możliwości pozyskiwania surowca poprzez połączenia międzysystemowe w ramach Unii Europejskiej (interkonektory)
Cele	Rozwój systemu magazynowania gazu ziemnego (modernizacja istniejących, budowa nowych magazynów gazu ziemnego w oparciu o nowatorskie technologie)

Źródło: opracowanie własne na podstawie na podstawie: W. Kostecki, *Strach i Potęga. Bezpieczeństwo Międzynarodowe w XXI wieku*, Warszawa 2012, s. 108.

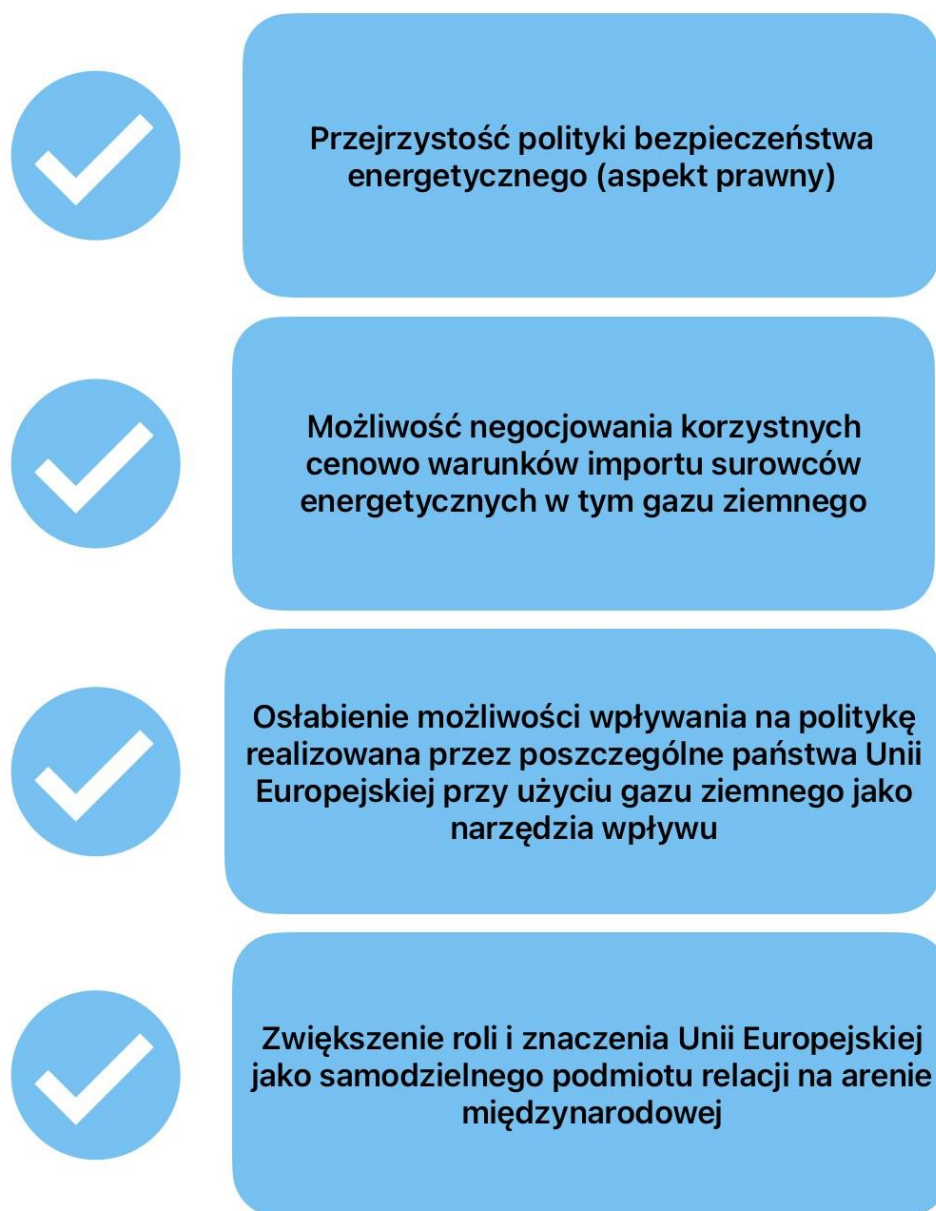
W każdym ze wskazanych powyżej czynników, mających wpływa na rozwój procesów dywersyfikacji, kluczową rolę odgrywa polityka bezpieczeństwa energetycznego realizowana przez państwo, jako jego samodzielne zadania, ma to również miejsce w przypadku strony polskiej w ramach Unii Europejskiej⁸⁶. Każdy podmiot relacji międzynarodowych wchodzących w skład Unii Europejskiej posiada własny model pozwalający na rozwiązanie problemu deficytu „błękitnego paliwa” na rynku wewnętrznym, choć coraz częściej do głosu dochodzą środowiska, które dostrzegają potrzebę maksymalnego ujednoczenia europejskiego rynku gazu ziemnego. Pojawiają się przy tym dosyć konkretne pomysły na rozwiązanie szeregu istotnych problemów rynku gazu

⁸⁵ K. Henning, *Krajowa własność technologii wytwarzania energii jako czynnik składowy bezpieczeństwa energetycznego Polski*, Przegląd Bezpieczeństwa Wewnętrznego, Warszawa 2018, s. 2–10.

⁸⁶ M. Janowski i in., *Polityka bezpieczeństwa energetycznego państw Europy Środkowo-Wschodniej. Rola i znaczenie Grupy Wyszehradzkiej*, Warszawa 2016, s. 38–39.

ziemnego, jak również szereg argumentów za stworzeniem na wzór już istniejących (rynek rolny) wspólnego rynku energetycznego. Poniższy rysunek przedstawia zalety takiego rozwiązania.

Rysunek 4. Pozytywne aspekty wspólnej polityki bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej



Źródło: W. Kostecki, *Strach i Potęga. Bezpieczeństwo Międzynarodowe w XXI wieku*, Warszawa 2012, s. 108.

Problemem pozostaje – zdaniem części spośród ekspertów europejskiego rynku paliw – nierozwiązywalna kwestia istniejącego podziału kompetencji na linii państwo narodowe – UE. Tak więc jeśli państwa realizują swoje cele i zadania w sferze polityki bezpieczeństwa

energetycznego samodzielnie trudno mówić o spójnej czy sensownej polityce bezpieczeństwa energetycznego. Najczęstszymi rozwiązaniami wybieranymi przez państwa UE są w tym przypadku zwiększona produkcja własna ze źródeł pochodzących spoza państw Wspólnoty w tym również ze źródeł alternatywnych lub też import surowca⁸⁷⁸⁸. W tym ostatnim przypadku państwa, będące częścią Wspólnoty, znajdują się w znacząco gorszej sytuacji niż w przypadku, gdyby wspólnie, to znaczy solidarnie, dokonywały zakupu surowca. Wtedy ich pozycja negocjacyjna byłaby, co oczywiste, zdecydowanie korzystniejsza. Istniała też możliwość korzystania ze źródeł alternatywnych, co od momentu jej pojawienia się wzbudzało w państwach Unii Europejskiej, jak również w samej organizacji, poważne kontrowersje. Wynikały one głównie z obaw o środowisko naturalne, którego ochrona z czasem stała się dla decydentów europejskich priorytetem. Nic dziwnego więc, że stosunek udziału importu do produkcji alternatywnej jest silnie zdefiniowany zarówno przez sytuację gospodarczą państwa, jak również jego zobowiązania w relacji do organów wspólnotowych. Ma na to wpływ wiele, mocno zróżnicowanych czynników, wśród których wyróżniamy możliwości produkcyjne, możliwości importowe czy zobowiązujące państwo umowy międzynarodowe, obligujące kraj choćby do odbioru konkretnej ilości paliwa w konkretnym czasie. Z uwagi na to, iż Polska pokrywa swoje zapotrzebowanie na „błękitne paliwo” w znacznej mierze poprzez import, w niniejszym rozdziale omówione zostaną zarówno możliwości importowe, jak i jego rzeczywisty sposób realizacji⁸⁹.

W przypadku gdy państwo nie posiada realnych możliwości produkcji gazu ziemnego na poziomie umożliwiającym spełnienia zapotrzebowania wewnętrznego, koniecznym jest znalezienie stabilnych źródeł dostaw niezbędnych ilości surowca. Należy przy tym podkreślić, iż wielkość pozyskanego od odbiorcy zewnętrznego gazu ziemnego, łącznie z produkcją krajową (jak ma to miejsce w przypadku strony polskiej), nie mogą być wielkościami adekwatnymi do zapotrzebowania. Ze względów bezpieczeństwa koniecznym jest zabezpieczenie strategicznych ilości surowca w przeznaczonych do tego magazynach gazu ziemnego. Powodów takiego stanu rzeczy jest co najmniej kilka, począwszy od kwestii obejmujących położenie geopolityczne kraju, siłę i znaczenie państwa importera na arenie międzynarodowej, wyrażonej choćby udziałem w organizacjach, instytucjach

⁸⁷ A. Pach-Gurgul, *Perspektywy wykorzystania gazu łupkowego w energetyce Unii Europejskiej*, Kraków 2013, s. 74

⁸⁸ –s.75.

⁸⁹ O. Voytyuk, *Potencjał energetyczny państw Unii Europejskiej*, Białystok 2012, s. 132.

umożliwiających pozyskanie odpowiedniej ilości surowca, jak również tych, odnoszących się do problemów technicznych. Wśród tych ostatnich na uwagę zasługuje wzrost zapotrzebowania na surowiec w obliczu zmian klimatycznych, zwiększenie produkcji w obszarze wielkich zakładów przemysłowych (przemysł chemiczny bazujący na wykorzystaniu gazu ziemnego w procesach produkcyjnych), jak również możliwość wystąpienia przejściowych niedoborów (wywołanych awariami sieci), wymagających w ich następstwie uzupełnienia w systemie przesyłowym brakującej ilości surowca⁹⁰. Poniższe tabele w sposób czytelny, zdaniem autorki rozprawy doktorskiej, wskazują na najważniejsze czynniki wpływu w obszarze zapotrzebowania na gaz ziemny oraz specyfikacji tegoż ostatniego.

Tabela 18. Czynniki polityczne decydujące o zapotrzebowaniu na gaz ziemny

Czynnik	Położenie geopolityczne państwa
Czynnik	Siła i znaczenie państwa na arenie relacji międzynarodowych
Czynnik	Udział państwa w instytucjach, organizacjach mających wpływ na rynek gazu ziemnego
Czynnik	Istniejące lub hipotetyczne zagrożenia dla stabilności systemu bezpieczeństwa energetycznego państwa w obszarze sektora gazu ziemnego

Źródło: opracowanie własne na podstawie: W. Kostecki, *Strach i Potęga. Bezpieczeństwo Międzynarodowe w XXI wieku*, Warszawa 2012.

Tabela 19. Pozapolityczne czynniki wpływu w obszarze zapotrzebowania na gaz ziemny

Czynniki	Wystąpienie niekorzystnych zjawisk pogodowych
Czynniki	Możliwość wystąpienia awarii sieci przesyłowej oraz infrastruktury produkcji surowca
Czynniki	Zwiększenie zapotrzebowania na surowiec wynikające z intensyfikacji procesów produkcyjnych wymagających poboru gazu ziemnego (przemysł chemiczny)

⁹⁰ Raport Zintegrowany PGE Polska Grupa Energetyczna za rok 2021, <https://api-raport.pse.pl> [dostęp: 4.02.2023].

Czynniki	Zmiany w regulacjach prawnych obejmujących produkcję, transport oraz dystrybucję surowca (zobowiązania w sferze OZE)
----------	--

Źródło: opracowanie własne na podstawie: W. Kostecki, *Strach i Potęga. Bezpieczeństwo Międzynarodowe w XXI wieku*, Warszawa 2012.

Innym istotnym pojęciem, umożliwiającym prawidłowe formułowanie celów strategicznych, jak również tych w obszarze działań bieżących podejmowanych przez uprawnionego do tego podmioty, jest potencjał importowy. To ostatnie pojęcie określa zarówno potrzeby państwowe w zakresie sprowadzania surowca, jak i jego techniczne możliwości odbioru zamówionego surowca, jego składowania oraz dystrybuowania. Ważnymi przy tym elementami polityki energetycznej państwa jest więc nie tylko możliwość zawarcia kontraktów na dostawę „błękitnego surowca”, ale realne możliwości dostarczenia jak również dystrybuowania surowca do odbiorcy finalnego⁹¹. Stąd też ocena aktualnych możliwości państwa polskiego w zakresie prowadzonej polityki bezpieczeństwa energetycznego w obszarze dywersyfikacji dostaw musi się opierać na wielu zmiennych. Część z nich została ujęta w tabelach zaprezentowanych powyżej.

Polska jest państwem leżącym na styku dwóch wielkich bloków politycznych, które można sytuować na osi Wschód – Zachód. Położenie geopolityczne państwa, wraz z obecną pozycją na mapie relacji międzynarodowych, determinują zachowania decydentów w obszarze dywersyfikacji dostaw. W okresie stabilizacji sytuacji politycznej w obszarze naszych zainteresowań wybory powinny – choć nie zawsze były – dokonywane w oparciu o kalkulację ekonomiczną, która przeważa nad czynnikami natury politycznej. W przypadku zaostrzenia konfliktów na arenie międzynarodowej sytuacja ulega radykalnej zmianie w ramach, której czynnik politycznych odgrywa rolę decydującą. Konsekwencje braku dostępu do własnych zasobów surowca mogą być więc poważne. Głównym dostawcą gazu ziemnego do Polski w okresie 1989–2022 pozostawała Federacja Rosyjska, choć skala jej obecności na rynku malała wraz ze wzrostem nakładów na polski sektor gazu ziemnego, jak również pojawieniem się realnych możliwości dywersyfikacyjnych. Zależność od dostawy rosyjskiej była determinowana faktem dysponowania przez to państwo największymi w ujęciu globalnym pokładami surowca, jak również istniejącą pomiędzy naszymi krajami

⁹¹ A. Szurlej, *Możliwości konkurencyjności gazu ziemnego jako surowca do wytwarzania energii elektrycznej*, „Gospodarka Surowcami Mineralnymi” 2008, Warszawa, nr 24, s. 327–338.

infrastrukturą przesyłową. Przy czym trwająca przez ponad trzy dekady po odzyskaniu przez Polskę suwerenności współpraca w zakresie dostaw gazu ziemnego wynikała z faktu trwającej w latach 1945–1989 zależności politycznej, gospodarczej od Związku Socjalistycznych Republik Radzieckich, którego prawnym kontynuatorem, zgodnie ze wspólną decyzją wielkich mocarstw reprezentowanych w Radzie Bezpieczeństwa ONZ, jest Federacja Rosyjska⁹².

W okresie pokojowej koegzystencji za współpracą ze stroną rosyjską przemawiało wiele argumentów. Głównym determinantem był dostęp strony rosyjskiej do złóż surowca oraz możliwości niezakłóconego przesyłu. Istotnym elementem była również cena za otrzymywany surowiec, niższa od tej oferowanej stronie polskiej przez innych importerów, w tym zwłaszcza stronie norweskiej. Wszystkie te argumenty przemawiające za współpracą z Federacją Rosyjską stały się nieaktualne w obliczu agresywnej polityki tego państwa, nie tylko wobec krajów byłego ZSRR, ale również obszaru euroatlantyckiego. W szczególności sposób dotyczyło to strony polskiej, która pozostawała w przysłowiowej kontrze wobec choćby rosyjsko–niemieckiej współpracy w ramach sektora energetycznego. To wymuszało wprost redefinicję polskiej polityki bezpieczeństwa energetycznego, która musiała reagować już nie reaktywnie, ale aktywnie, tworząc nowe konstrukcje w analizowanym obszarze⁹³. Poniżej w formie tabel zaprezentowano argumenty za oraz przeciw współpracy z Federacją Rosyjską w sektorze gazu ziemnego, które były przedmiotem burzliwej dyskusji wśród decydentów przenoszącej się często do mediów, a stąd znajdującej miejsce w świadomości społecznej.

Tabela 20. Argumenty przemawiające za współpracą z Federacją Rosyjską w sektorze gazu ziemnego w latach 2012–2022

Argument	Wielkość posiadanych przez stronę rosyjską zasobów surowca
Argument	Istniejąca infrastruktura przesyłowa
Argument	Cena za dostarczany surowiec

⁹² M. Stolarczyk, *Rosja w polityce zagranicznej Polski w okresie pozimnowojennym (aspekty polityczne)*, Rozprawy, studia i artykuły, Warszawa 2013, s. 14–31.

⁹³ T. Motowidlak, *Dylematy Polski w zakresie wdrażania polityki energetycznej Unii Europejskiej*, „Polityka Energetyczna” 2018, Warszawa, t. 21, z. 1, s. 5–20.

Argument	Niezawodność w dostawach surowca na obszarze Unii Europejskiej
Argument	Brak poważnej alternatywy w obszarze źródła pozyskiwania surowca
Argument	Brak infrastruktury przesyłowej, przy pomocy której mogłaby zaistnieć możliwość pozyskania surowca z innych niż tylko rosyjskie źródeł

Źródło: opracowanie własne na podstawie W. Kostecki, *Strach i Potęga. Bezpieczeństwo Międzynarodowe w XXI wieku*, Warszawa 2012, s. 108.

Tabela 21. Argumenty przemawiające przeciw współpracy z Federacją Rosyjską w latach 2012–2022

Argument	Narastający konflikt na linii Moskwa – Bruksela oraz Moskwa – NATO
Argument	Zależność polskiego sektora energetycznego od kraju dostawcy nie będącego państwem obszaru euroatlantyckiego
Argument	Możliwość kreowania rzeczywistości politycznej oraz gospodarczej przez stronę rosyjską poprzez narzędzie w postaci gazu ziemnego
Argument	Brak motywacji do stworzenia innowacyjnego systemu produkcji oraz dystrybucji energii

Źródło: opracowanie własne na podstawie: W. Kostecki, *Strach i Potęga. Bezpieczeństwo Międzynarodowe w XXI wieku*, Warszawa 2012, s. 108.

Trudno jednak nie zauważyć, iż wysuwane przez polskich decydentów argumenty w co najmniej istotnym stopniu determinowane były bieżącą polityką. Federacja Rosyjska była i jest nadal wykorzystywana jako element partyjnych sporów, wygodnym wytłumaczeniem napotykanym problemów. Niestety tam gdzie w grę wchodzi emocje następuje spychanie na plan dalszy kwestii związanych z rachunkiem ekonomicznym, celowością realizowanych projektów. Warto przy tym zauważyć, iż zaniechano równocześnie, poza licznymi deklaracjami, realnych, to znaczy na wielką skalę działań na rzecz OZE, symulując niemalże realizację ważnych inicjatyw lub, co częstsze, ograniczając te ostatnie do minimum, czyniąc tym samym skalę zapotrzebowania na energię niewiele

znaczącymi. Do pewnego stopnia, podobnie jak ma to miejsce w szeregu innych państw UE – wynikało to również ze sprawnego działania mocno zakorzenionego na polskim rynku surowców energetycznych lobby gazowemu⁹⁴.

3.1. Polityka bezpieczeństwa energetycznego państwa polskiego w obszarze sektora gazu ziemnego

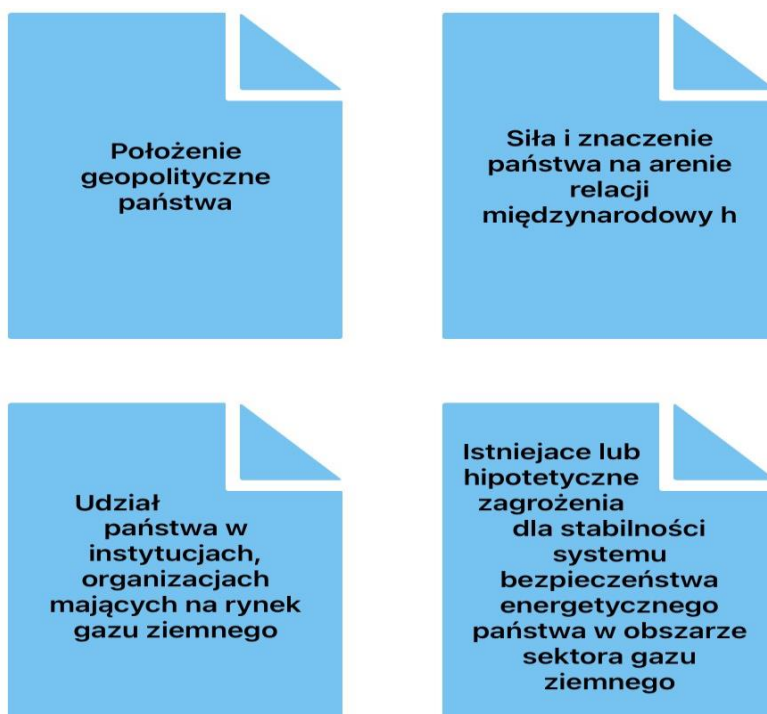
W przypadku gdy państwo nie dysponuje realnymi możliwościami produkcji gazu ziemnego na poziomie umożliwiającym realizację zapotrzebowania ze stron konsumenta wewnętrznego konieczne jest znalezienie stabilnych źródeł dostaw niezbędnych ilości surowca. Należy przy tym podkreślić, iż wielkość pozyskanego od odbiorcy zewnętrznego gazu ziemnego, łącznie z produkcją krajową (jak ma to miejsce w przypadku strony polskiej), nie mogą być wielkościami adekwatnymi do zapotrzebowania. Ze względów bezpieczeństwa, koniecznym jest przy tym zabezpieczenie strategicznych ilości surowca w przeznaczonych do tego magazynach gazu ziemnego. Powodów takiego stanu rzeczy jest co najmniej kilka, począwszy od kwestii obejmujących położenie geopolityczne kraju, siłę i znaczenie państwa importera na arenie międzynarodowej – wyrażonej choćby udziałem w organizacjach, instytucjach umożliwiających pozyskanie odpowiedniej ilości surowca – jak również tych odnoszących się do problemów technicznych⁹⁵. Wśród tych ostatnich na uwagę zasługuje wzrost zapotrzebowania na surowiec w obliczu zmian klimatycznych, zwiększenie produkcji w obszarze wielkich zakładów przemysłowych (przemysł chemiczny bazujący na wykorzystaniu gazu ziemnego w procesach produkcyjnych), jak również możliwość wystąpienia przejściowych niedoborów (wywołanych awariami sieci) wymagających w ich następstwie uzupełnienia w systemie przesyłowym brakującej ilości surowca⁹⁶.

⁹⁴ A. Szoluchna, *Gaz łupkowy w Polsce, Historia, Magia, Protest*, Warszawa, 2021, s. 9–27.

⁹⁵ K. Kochanowska, M. Przygodzki, *Długoterminowa analiza scenariuszy miksu energetycznego na tle rozwoju odnawialnych źródeł energii*, „Energetyka” 2022, nr 10, s. 495–505.

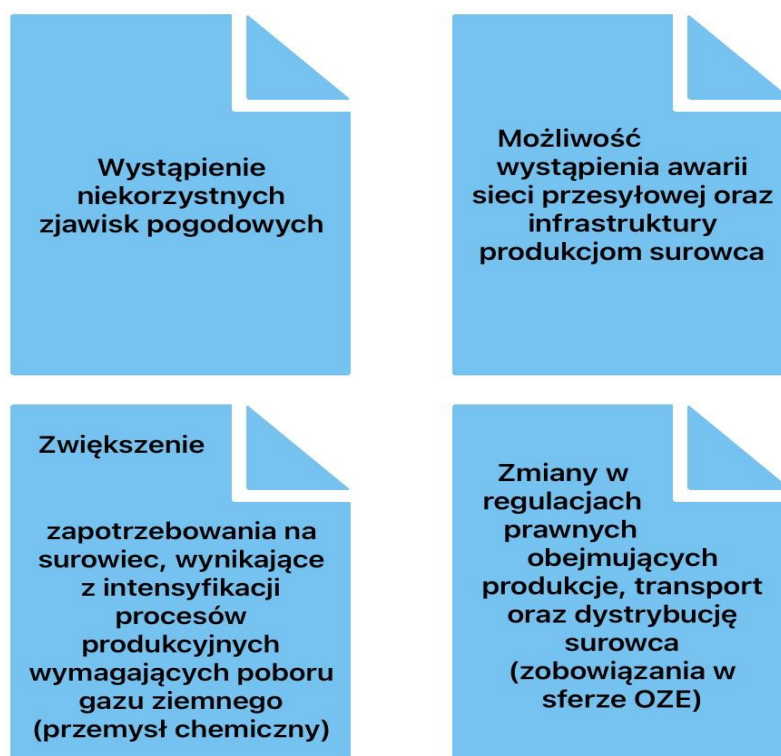
⁹⁶ P. Chmielarz, *Analiza bezpieczeństwa energetycznego Rzeczypospolitej Polskiej w zakresie dostaw gazu ziemnego w latach 2015–2021 w powiązaniu z działaniami politycznymi oraz prawnymi*, Rocznik Integracji Europejskiej, Poznań 2023, s. 197–206.

Rysunek 5. Czynniki polityczne decydujące o zapotrzebowaniu na gaz ziemny



Źródło: opracowanie własne na podstawie: W. Bojarski, *Bezpieczeństwo energetyczne*, „Wokół Energetyki” 2004, t. 7, nr 3.

Rysunek 6. Pozapolityczne czynniki wpływu w obszarze zapotrzebowania na gaz ziemny



Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Chmielewski, *Bezpieczeństwo energetyczne państwa. Geopolityczne uwarunkowania*, Warszawa 2009, s. 10.

Potencjał importowy to pojęcie określające zarówno potrzeby państwowe w zakresie sprowadzania surowca, jak i jego techniczne możliwości odbioru zamówionego surowca, a przy tym jego składowania oraz dystrybuowania. Ważnymi elementami polityki energetycznej państwa jest więc nie tylko możliwość zawarcia kontraktów na dostawę „błękitnego surowca”, ale realne możliwości dostarczenia, jak również dystrybuowania surowca do odbiorcy finalnego. Stąd też ocena aktualnych możliwości państwa polskiego w zakresie prowadzonej polityki bezpieczeństwa energetycznego w obszarze dywersyfikacji dostaw musi się opierać na wielu zmiennych. Część z tych zmiennych (pozapolityczne i polityczne czynniki wpływu w zakresie zapotrzebowania na gaz ziemny) została przedstawiona na powyższej zaprezentowanych schematach⁹⁷.

3.2. Realizacja projektów dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego do Polski

W zasadzie od momentu uzyskania przez Polskę pełnej suwerenności, zapoczątkowanej przełomem politycznym, ustrojowym w końcu gospodarczym 1989 roku, rozpoczęły się kuluarowe rozmowy decydentów politycznych, w końcu również prace studyjne nad rozwiązaniami mającymi umożliwić w przyszłości dywersyfikację dostaw gazu ziemnego. Za kluczowy problem, stanowiący zarazem punkt odniesienia do dalszym rozważań, uznano zbyt daleko idącą zależność od Federacji Rosyjskiej sukcesorki Związku Socjalistycznych Republik Radzieckich. Co do przyszłości państwa rosyjskiego kreślono różne scenariusze, począwszy od rozpadu Federacji Rosyjskiej, na wiele mniejszych, niezależnych od centrów podmiotów relacji międzynarodowych, aż do możliwości odbudowania z czasem pozycji mocarstwa o zasięgu globalnym. W obydwu przypadkach zachodziła obawa o możliwość przerwania dostaw surowca na potrzeby naszego państwa, co przełożyłoby się na kryzys mierzony całą gospodarką, a w efekcie na dramatyczną sytuację Polski nie tylko w wymiarze ekonomicznym, ale również postrzeganym poprzez pryzmat społeczny⁹⁸. W związku z powyższym rozpoczęto poszukiwania kontrahenta, który dysponował odpowiednimi złożami surowca i byłby zdolny do jego sprzedaży oraz współfinansowania wykonawstwa projektów tras przesyłowych. Problemem był jednak brak odpowiednich środków finansowych na realizację śmiałych zamierzeń, jak również

⁹⁷ M. Rewizorski, R. Rosicki, W. Ostant, *Wybrane aspekty bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej*, Warszawa 2013, s. 23.

⁹⁸ P. Chmielarz, *Analiza bezpieczeństwa energetycznego...*, op. cit., s. 45.

zainteresowania ze strony władz norweskich, a przy tym także azerskich realizacji kosztownych projektów. Wynikało to z obaw przed zachowaniem kluczowego na europejskim rynku gazu ziemnego „gracza”, jakim była Federacja Rosyjska oraz, co może najważniejsze, o rentowność projektu, którego moce przesyłowe określano wstępnie na 8 mld m³ – 8,5 mld m³ surowca rocznie⁹⁹¹⁰⁰. Ilości te były zbyt małe, aby można było mówić o możliwości relatywnie szybkiego zwrotu poniesionych nakładów, przyjmując za punkt odniesienia dłuższą perspektywę. Strona polska zaś nie miała wówczas możliwości zainwestowania tak dużych środków na budowę instalacji, jak również nie należąc do EWG (w późniejszym okresie UE) nie mogła liczyć na przychyłność państw Wspólnotę tworzących. Te ostatnie starały się realizować własne interesy, które często nie były zbieżne z polską strategią rozwoju „europejskiego sektora energetycznego”. Pierwsze realne próby zmiany sytuacji w tym obszarze podjął w kończącej XX wiek dekadzie rząd premiera Jerzego Buzka, który wynegocjował ramowy kontrakt ze stroną norweską¹⁰¹. O ile jednak kontrakt ten nie został zrealizowany, pozostając w formie prac studyjnych, o tyle udało się wykonać interkonektor łączący polski system gazowy z systemem gazowym państw tworzących Wspólnotę¹⁰². W tym konkretnym przypadku dotyczyło to połączenia międzysystemowego ze stroną niemiecką. Od tej pory powstała możliwość realizacji dostaw niewielkich ilości gazu ziemnego z Republiki Federalnej Niemiec, co pozytywnie wpłynęło na ocenę bezpieczeństwa energetycznego państwa i to pomimo faktu, że strona niemiecka zaopatrywała się również w gaz rosyjski. Niemniej jednak pewne zabezpieczenie naszego systemu zaopatrywania w gaz ziemny zostało zrealizowane, stanowiąc jednak – co trzeba podkreślić – przede wszystkim początek procesu przyłączania polskiego sektora gazu ziemnego do europejskiego sektora „błękitnego surowca”¹⁰³. Poniższy schemat pokazuje możliwości, które mogłyby nieść za sobą rozbudowa połączeń międzysystemowych w zakresie dołączenia przez stronę polską do niemieckiego projektu rozbudowy hubu gazowego. Ten ostatni, według zamierzeń strony niemieckiej, miał przybrać znaczenie co najmniej regionalne, żeby nie powiedzieć globalne, biorąc pod uwagę możliwości eksportera

⁹⁹ *Gaz zakładnikiem geopolityki. Raport*, <https://dise.org.pl/Raport-Gaz-zakladnikiem-geopolityki.pdf> [dostęp: 01.2024].

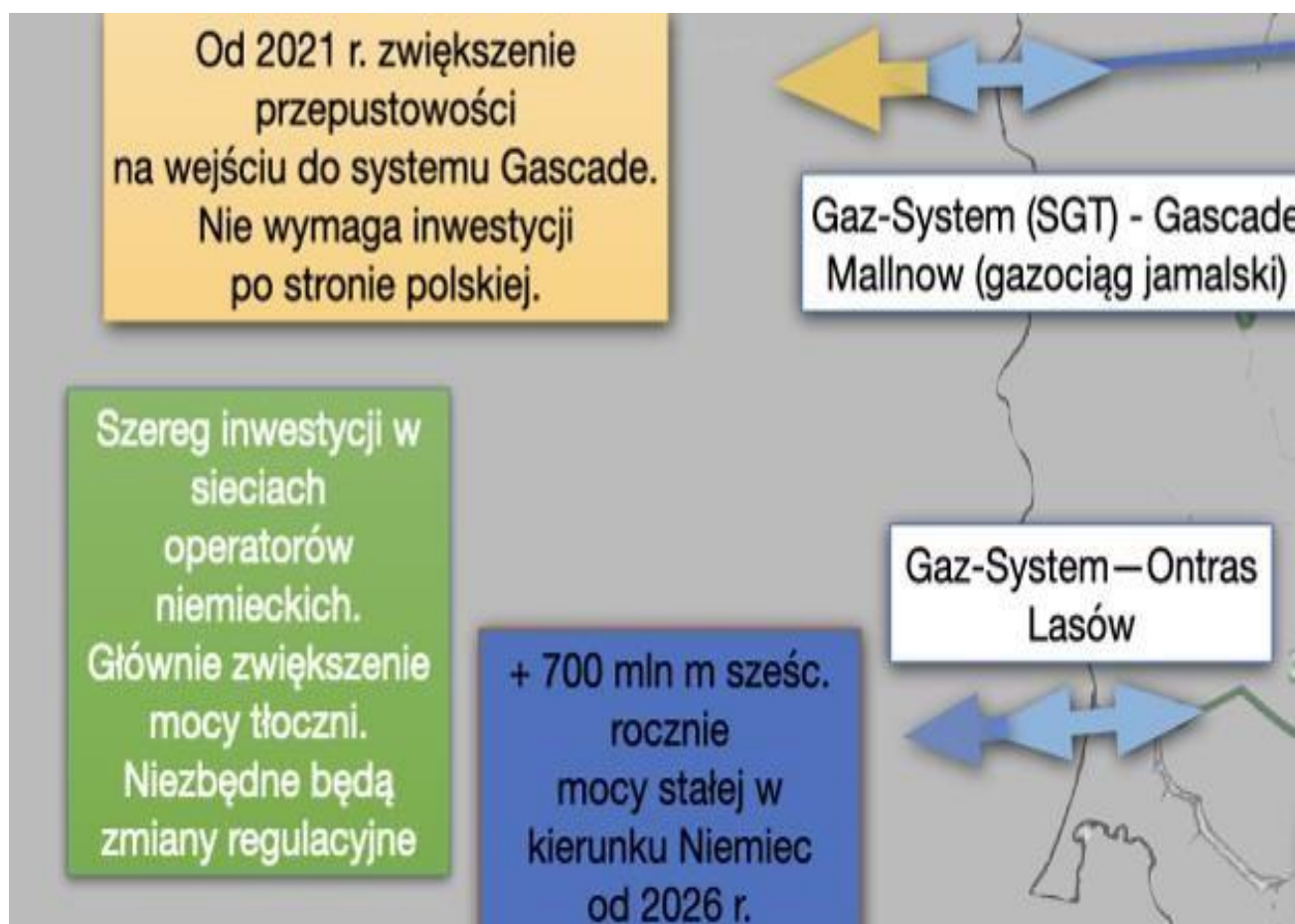
¹⁰¹ G. Rydlewski, *Rząd premiera Jerzego Buzka: ważne ogniwo procesu zmian demokratycznych i rozwojowych w Polsce po 1989 roku*, Warszawa 2018, s. 123–134.

¹⁰² M. Ruszel, *Ocena bezpieczeństwa dostaw gazu ziemnego do Polski – stan obecny i perspektywa do 2025 r.*, „POLITYKA ENERGETYCZNA – ENERGY POLICY JOURNAL” 2017, nr 20, s. 5–22.

¹⁰³ *Ibidem*, s. 4–22.

surowca, którym była Federacja Rosyjska, jak i jego dystrybutora na pozostałe kraje Wspólnoty, czyli Republiki Federalnej Niemiec. Nie zostanie on jednak zrealizowany, co jest pochodną sytuacji za naszą wschodnią granicą. Zerwanie relacji na linii Moskwa – Berlin w obszarze politycznym, gospodarczym, a nawet militarnym przyczyniło się do trwałego – jeśli za kryterium oceny przyjmiemy stan obecny – zawieszenia wszelkiej współpracy w sektorze energetycznym. Dosyć mocno wybiegające, w opinii autorki, są za to plany stworzenia polskiego hubu gazowego o zasięgu regionalnym¹⁰⁴.

Rysunek 7. Połączenia międzysystemowe Polska – Niemcy w korelacji do niemieckiego projektu strategicznego Gas Hub Europe



Źródło: L. Kadej, *Plan rozbudowy gazowego interkonektora z Niemcami w Lasowie*, <https://wysokienapiecie.pl/31533-plan-rozbudowy-gazowego-interkonektora-z-niemcami-w-lasowie/> [dostęp: 30.01.2024].

¹⁰⁴ R. Korzeniowski, P. Schmidt, *Bezpieczeństwo w wymiarze hard power i soft power*, Olsztyn 2017, s. 40–45.

W początkowym okresie funkcjonowania, a więc począwszy od 1998 roku polsko – niemieckim interkonektorem można było przesyłać do 0,5 mld m³ surowca rocznie. O sensie inwestycji świadczy fakt, iż dwie dekady później podjęto decyzję o modernizacji sieci przesyłowej. Jej moce przesyłowe mają zostać zwiększone do 1,6 mld m³ z tym, że zgłoszone przez stronę niemiecką zapotrzebowanie sięga 1,1 mld m³ surowca. Jest to związane z możliwościami wykorzystania nadwyżek w polskim bilansie gazowym, które mogą stać się wynikiem realizacji kolejnego, po Świnoujściu, terminala LNG. W latach 90. XX wieku podjęto również słuszną, z punktu widzenia ekonomicznego, jak również politycznego, decyzję o zgodzie na budowę gazociągu Jamał, którym poprzez terytorium Polski Niemcy uzyskali możliwość dostaw surowca¹⁰⁵. Paradoksalnie zyskała na tym również Polska, która stała się kluczowym dla europejskiego rynku gazu ziemnego państwem tranzytowym. Dodatkowo powstała możliwość odbioru gazu ziemnego z innych niż dotychczas źródeł, których dysponentem nadal była Federacja Rosyjska. Decyzja o nawiązaniu współpracy ze stroną polską z ramienia władz rosyjskich była, podobnie jak w naszym przypadku, podyktowana aspektami politycznymi oraz ekonomicznymi¹⁰⁶. Wśród nich na plan pierwszy wysuwała się potrzeba zdywersyfikowania biegnących przez Ukrainę połączeń gazowych, co wiązało stronę rosyjską z krajem, którego suwerenność była kwestionowana przez chcących odbudować swoje wpływy Rosjan. Tolerując fakt powstania nowego państwa na europejskiej mapie relacji międzynarodowych, podejmowała równocześnie działania na rzecz jego osłabienia. Jednym z narzędzi służących Federacji Rosyjskiej do realizacji swoich celów politycznych był gaz ziemny. Strona ukraińska jako argument w negocjacjach ze stroną rosyjską co do ceny za pozyskiwany przez to państwo surowiec starała się wykorzystywać fakt, iż była krajem tranzytowym. Ponieważ gospodarka ukraińska lat 90. XX wieku miała charakter ekstensywny, zasadzający się na wykorzystaniu gazu ziemnego w ilościach przekraczających nawet o 300% średnie zużycie surowca w państwach wchodzących do EWG, musiało się to przełożyć na ostateczny, finalny koszt procesów produkcyjnych, realizowanych w oparciu o „błękitne paliwo”¹⁰⁷. Tak wygenerowana sytuacja wymuszała na stronie rosyjskiej zgodę co do obniżenia kosztów sprzedaży gazu ziemnego na zasadach zbliżonych do tych, obowiązujących na wewnętrznym

¹⁰⁵ *Yamal-Europe*, GAZPROM, <http://www.gazprom.com/about/production/projects/pipelines/active/yamalevropa/> [dostęp: 30.01.2024].

¹⁰⁶ W. Fehler, [w:] *Wyzwania zagrożenia i zmiany na wschodzie – perspektywa polska*, „Studia Wschodnioeuropejskie” 2019, nr 11, s. 32–48.

¹⁰⁷ Z. Ptak-Kostecka Z., *Studium przypadku case study*, „Biuletyn Badawczy CKE” 2005, nr 4, s. 115–117.

rosyjskim rynku obrotu gazem ziemnym. Istotnym przy tym był również fakt, iż ilości przesyłanego przez stronę rosyjską surowca były blisko 400% większe od tych pozyskiwanych przez stronę polską. Federacja Rosyjska traciła wiele na tak definiowanej współpracy¹⁰⁸. Z punktu widzenia rosyjskich polityków dążących do odbudowy mocarstwowej pozycji w regionie byłego ZSRR, zwłaszcza w jego europejskiej części, ominięcie Ukrainy dawało możliwość uzyskania, poprzez „szantaż energetyczny”, wpływu na politykę realizowaną przez to zgłaszające coraz wyraźniej aspiracje europejskie (NATO, UE) państwo. Ważnym elementem rosyjskiej strategii było również nawiązanie strategicznych relacji z Republiką Federalną Niemiec, która kosztem pewnych koncesji politycznych oraz ekonomicznych na rzecz strony rosyjskiej miała się stać hubem gazowym realizującym politykę uzyskania dominującej pozycji na „Starym Kontynencie”. Tak definiowane działanie osłabiało również pozycję USA, będącego do 2001 roku niekwestionowanym globalnym przywódcą szeroko definiowanej społeczności międzynarodowej. Zmiany w tym zakresie przyniosły dopiero wydarzenia związane z atakiem terrorystycznym przeprowadzonym na istotne instytucje życia publicznego w USA, we wrześniu 2001 roku¹⁰⁹. Umożliwiło to wygenerowanie znacznie większych możliwości w obszarze szeroko rozumianej decyzyjności, zarówno w sferze polityki, jak również gospodarki przez część silnie do tej pory związanych z kapitałem amerykańskim państw wchodzących w skład Wspólnoty. Dotyczyło to zwłaszcza Republiki Federalnej Niemiec, której aspiracje do ogrywania roli hegemon na „Starym Kontynencie” były aż nadto widoczne w ostatnich latach poprzedzających rosyjską agresję na Ukrainę¹¹⁰. Stąd też próba wzmocnienia swojej pozycji w obszarze europejskiej polityki bezpieczeństwa energetycznego, w oparciu o możliwości, które stronie niemieckiej mógł przynieść alians gazowy na linii Berlin – Moskwa. I tak o ile w chwili oddania do użytkowania instalacji Jamał jej maksymalne moce przesyłowe w ujęciu rocznym wynosiły 25 mld m³, to z czasem – wskutek rozbudowy i modernizacji infrastruktury towarzyszącej inwestycji, to jest tłoczni gazu ziemnego, stacji redukcyjno–pomiarowych – zwiększono przepustowość rurociągu do

¹⁰⁸ J.Siator, *Ukraina a tranzyt rosyjskiego gazu do Unii Europejskiej, Stan obecny oraz perspektywy na przyszłość. Wschodnioznawstwo*, Warszawa 2020, s. 197–206.

¹⁰⁹ A. Stępińska, *Globalny przepływ informacji i propagandy. Atak terrorystyczny na USA z 11 września 2001 r. jako wydarzenie medialne*, „Problemy Humanistyki” 2005, nr 10/11, s. 57–67.

¹¹⁰ M. Flieger, A. Baszyński, A. Jantoń-Drozdowska, E. Juskowiak, A. Hadryjańska, B. Przybylska-Kapuścińska, W. Błaszak, M. Metoshop, I. Fedorowicz, I. Polinkevych, O. Kuzmak, O. Puslecki, Z. Stankowska, I. Kamiński, R. Flotyński, M. Świdorski, M. Janowski, J. Mikołajewicz-Woźniak, Al. Kulbacka, Al. Haliuk, *Koncepcja zrównoważonego rozwoju w ekonomii, finansach i zarządzaniu*, Warszawa 2024, s. 24–31.

32 mld m³. W obecnej chwili, wskutek sankcji nałożonych na stronę rosyjską, instalacja ta nie tłoczy już surowca z Federacji Rosyjskiej. Może ona jednak, zdaniem części ekspertów, jak również wspierających ich decydentów politycznych, służyć jako interkonektor, którym gaz ziemny będzie trafiał z Polski do Republiki Federalnej Niemiec, co będzie możliwe po realizacji kolejnych inwestycji w sektorze LNG, albo na odwrót – z Niemiec do Polski, przy czym surowiec może być dostarczany, siecią europejskich interkonektorów, od innych kontrahentów obecnych na rynku paliw. W ostatnich latach, jeszcze przed zaostreniem politycznych sporów na osi Wschód – Zachód, które to strona rosyjska napędzała celem odbudowy swojej mocarstwowej pozycji utraconej w wyniku zakończenia „Zimnej Wojny”, pojawił się projekt budowy gazociągu Jamał 2. Docelowo instalacja miała być połączeniem wtórnym w stosunku do inwestycji Jamał 1 i przebiegać z białoruskiego Kobrynia, poprzez terytorium Polski, do jej południowej granicy ze Słowacją, w punkcie odbioru w Wielkich Kapuszanach. Jego docelowa przepustowość miała wynosić 15 mld m³ surowca¹¹¹. Państwami będącymi docelowymi odbiorcami surowca, według deklaracji strony rosyjskiej, powinny być Słowacja oraz Węgry. Rozpoczęte z początkiem XXI wieku rozmowy zakończyły się fiaskiem. Na przeszkodzie stanęły rozbieżności pomiędzy stroną polską a rosyjską, wynikające z odmiennej oceny sytuacji geopolitycznej w ujęciu europejskim węższym, jak również szerszym globalnym. Widać przy tym było wyraźnie narastającą wrogość w relacjach na linii Moskwa – Bruksela, nie mówiąc już nawet o stosunku państw byłego Układu Warszawskiego w relacji do polityki bezpieczeństwa energetycznego realizowanego przez rosyjskich decydentów¹¹².

¹¹¹ M. Rosińska-Bukowska, *Wpływ sankcji ekonomicznych na handel międzynarodowy – analiza zmian w wymianie handlowej UE–Rosja*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania” 2015, nr 41, t. 1, s. 183–196.

¹¹² Sz. Kardaś, *Rosja reaktywuje Jamał 2. Kolejny bluff czy realny projekt*, <https://www.osw.waw.pl/pl/publikacje/analizy/2013-04-10/rosja-reaktywuje-jamal-2-kolejny-bluff-czy-realnyprojekt> [dostęp: 30.01.2024].

Rysunek 8. Przebieg trasy gazociągów Jamał i Jamał II



Źródło: R. Zięba, *O tożsamości nauk o bezpieczeństwie. Bezpieczeństwo Narodowe*, „Zeszyty Naukowe AON” 2012, nr 1(86), s. 8–9.

W latach 90. XX wieku pojawiło się szereg niezrealizowanych projektów, z których część, jako przyszłe źródło zaopatrzenia w surowiec wskazywała bogaty w węglowodory obszar Morza Kaspijskiego. Uwaga władz polskich koncentrowała się zwłaszcza na możliwości zawarcia porozumienia o produkcji, a następnie przesyłu surowca z Azerbejdżanu. Podejmowane w tym obszarze działania miały jednak dosyć kruche podstawy. Azerbejdżan nie dysponował wówczas (nie dysponuje również obecnie) na tyle znaczącymi zapasami gazu ziemnego, aby był w stanie sprostać przesyłowi odpowiednich, to znaczy nie tylko zgodnych z naszym zapotrzebowaniem, ale również z rachunkiem ekonomicznym ilości surowca poprzez rozbudowaną sieć połączeń gazowych, w tym również trudnej w realizacji infrastruktury podmorskiej¹¹³. Tak więc aby można było podjąć realne, a nie tylko werbalne działania ewentualna moc przesyłowa instalacji powinna być rzędu 40 mld m³ – 50 mld m³ surowca w skali roku, aby projekt zaczął się spłacać i przynosić oczekiwane przez inwestorów zyski. Z końcem lat 90. XX wieku eksploatujący złoża Szach Deniz 1 Azerbejdżan przesyłał do Turcji, gazociągiem Baku – Tbilisi – Erzurum, zaledwie 8 mld m³ – 10 mld m³ rocznie, co świadczyło o realnych możliwościach eksportowych tego państwa. Wraz z odkryciem nowych azerskich pokładów Szach Deniz 2, szacowanych na 0,75 bln m³

¹¹³ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów REPowerEU: Wspólne działanie europejskie na rzecz bardziej

surowca, otworzyły się nowe perspektywy w sektorze produkcji gazu ziemnego. Były one jednak warunkowane co najmniej kilkoma przeszkodami mogącymi stanąć na drodze inwestycji. Pierwszą, była niechęć kluczowych dla inwestycji państw Europy Północnej, do której można zaliczyć Republikę Federalną Niemiec oraz Francję. Inne koncentrowały się na trwającym wokół rozgraniczenia Akwenu Kaspijskiego – pomiędzy Federacją Rosyjską, Iranem, Azerbejdżanem, Turkmenistanem oraz Kazachstanem – sporze. Był on co prawda rozgrywany w ramach przewidzianych prawem międzynarodowych konwencji co do rozwiązywanie sporów pomiędzy państwami, ale niewątpliwie wpływał na możliwość realizacji projektów energetycznych¹¹⁴. Przeszkodą były również ograniczone możliwości co do wyboru hipotetycznych kontrahentów wśród państw importerów surowca. W szczególności dotyczyło to krajów Europy Środkowo – Wschodniej oraz Południowej. Pomimo iż kraje tych regionów również zakładały możliwość dywersyfikacji, wynikającej z przyczyn politycznych mieszających się w obszarze bezpieczeństwa państwa, to jednak cena za surowiec, będąca zarazem ceną za niezależność, była ich zdaniem za wysoka. Swoją uwagę ogniskowały one na przystępnej cenowo, bezpiecznej i zrównoważonej energii, Strasburg, <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A108%3AFIN> (30.01.2023). Shah Deniz to jedno z największych złóż gazu ziemnego na świecie, znajdujące się w azerskim sektorze Morza Kaspijskiego. Odkrycie tego złoża miało miejsce w 1999 roku, a jego rozwój jest kluczowy dla regionu Kaukazu oraz dla europejskiego bezpieczeństwa energetycznego ze względu na jego potencjalną rolę w dywersyfikacji dostaw gazu. Złoże Shah Deniz jest eksploatowane w ramach dwóch głównych faz rozwoju. Faza 1 rozpoczęła się w 2006 roku i skoncentrowana była na dostarczaniu gazu ziemnego na lokalne rynki Turcji, Azerbejdżanu, Gruzji. Faza 2 projektu uruchomiona została w ostatnich latach i w znaczący sposób zwiększyła zdolności produkcyjne eksploatowanego złoża. Surowiec zaczął trafiać na inne europejskie rynki poprzez nowo zbudowany Korytarz Gazowy Południowy, który obejmuje rurociągi takie jak Trans-Anatolijski Rurociąg Gazowy (TANAP) oraz Trans-Adriatycki Rurociąg Gazowy (TAP). Shah Deniz jest wyjątkowe nie tylko ze względu na swoje rozmiary i strategiczne znaczenie, ale także przez zastosowanie zaawansowanych technologii w trudnych warunkach eksploatacji na głębokim morzu. Zasoby gazu szacuje się na około 1,2 bln m³, co czyni to złoże jednym z najważniejszych na mapie energetycznej Europy i Azji. Znaczenie Shah Deniz dla europejskiego rynku

¹¹⁴ Landform Analysi, Poznań 2011, s. 81–86

energetycznego polega na możliwości dywersyfikacji źródeł dostaw gazu a to odgrywa kluczowe znaczenie w strategii bezpieczeństwa energetycznego. Złożyło to wraz z towarzyszącą infrastrukturą przesyłową zwiększającą wachlarz opcji na dostawy „błękitnego paliwa” na europejski rynek surowców energetycznych. *Shah Deniz Projects*, https://www.offshore-technology.com/projects/shah_deniz/ [dostęp: 2.04.2024]. I. Hildebrandt-Radke, Stratygrafia osadów fasy i strefy krawdziowej na stanowisku archeologicznym w Bruszczewie jako rezultat jego użytkowania w pradziejach¹¹⁵ „projektach generowanych przez UE. Ta ostatnia miała środki finansowe oraz odpowiedni, nienasycony surowcami energetycznymi, w tym zwłaszcza gazem ziemnym rynek paliw. Konsekwencją tak definiowanej polityki bezpieczeństwa energetycznego stała się koncepcja budowy potężnej magistrali gazowej „Nabucco”. Rurociągiem gaz ziemny miał trafiać ze złóż Morza Kaspijskiego, poprzez Gruzję, a następnie Morze Czarne na europejski rynek paliw. Szacowano, iż w ten sposób na rynek europejski trafi 31 mld m³ surowca. Z czasem wynikiem modyfikacji projektu, mający ponad 3900 kilometrów gazociąg osiągnąć miał przepustowość 60 mld m³ surowca, co de facto zredukowałoby do minimum szanse na realizację alternatywnych wobec „Nabucco” projektów rosyjskich, w tym zwłaszcza „South Stream”. Podobnie jak w przypadku projektu budowy „transkaukaskiego” korytarza transportowego, również i w tym przypadku realizacja gazociągu „Nabucco” nie wyszła nigdy poza fazy studyjne. Wpływ na to miało wiele czynników, w tym zwłaszcza brak bezpiecznego źródła pozyskiwania surowca, konieczność zaangażowania w projekt licznych państw oraz instytucji, obawa przed reakcją strony rosyjskiej. Stało się więc jasne, iż UE przestaje być liczącym się graczem na globalnym rynku paliw i to pomimo tego, iż była kluczowym importerem gazu ziemnego. Po prostu jej polityka bezpieczeństwa energetycznego była mocno reaktywna, odpowiadająca jedynie na bieżące zagrożenia. Brak konsensusu co do wyboru przyszłej strategii bezpieczeństwa energetycznego spowodował trwające do dnia dzisiejszego podziały przyszłej polityki bezpieczeństwa energetycznego UE, a co gorsza stworzyło to pole do generowania narodowych strategii energetycznych osłabiających Wspólnotę, spychającą tą ostatnią na pozycje mocno defensywne w szerokim, a więc politycznym i ekonomicznym znaczeniu tego słowa¹¹⁶. Poniżej została przedstawiona

¹¹⁵ M. Błaszczuk-Zawiła, U. Kopeć, *Bezpośrednie inwestycje zagraniczne w wybranych krajach Europy Środkowej i Wschodniej*, Warszawa 2024, s. 7–13.

¹¹⁶ J. Misiągiewicz, *Bezpieczeństwo energetyczne jako kategoria badawcza studiów bezpieczeństwa*, „Facta Simonidis” 2023, Warszawa, nr 16, s. 321–339.

mapa przebiegu gazociągu Nabucco z tym jednak zastrzeżeniem, iż nigdy do końca nie udało się określić, kto miałby zostać strategicznym dostawcą gazu ziemnego. Stąd też inwestycja ta niemalże u swojej genezy miała jako fundament błąd kardynalny opierający swoją konstrukcję na życzeniowości. Na tej ostatniej nie da się zbudować prawidłowych, to znaczy wytrzymałych fundamentów, co najwyżej można „uprawiać politykę”.

Mapa 5. Projekt trasy przebiegu gazociągu Nabucco



Źródło: Mapa projektu trasy przebiegu gazociągu Nabucco, https://www.google.com/search?sca_esv=bc11e83389bb529e&sxsrf=ACQVn09dWoydbe0vIteoOySlb6TXgv_Eg:1711289286882&q=Projekt+budowy+gazoci%C4%85gu+Nabucco&tbm=isch&source=lnms&prmd=ivnbz&sa=X&ved=2ahUKEwjTrLWwiY2FAxVkXvEDHUZLDzcQ0pQJegQICxAB&biw=1280&bih=619&dpr=2#i mgrc=lur21sBc2Np5uM [dostęp: 11.02.2024].

Faktycznym końcem marzeń o „Nabucco” stały się budowa rosyjskiej instalacji „Błękitny Strumień” oraz „Turkish Stream”, które to rozwiązały problem z zapotrzebowaniem ze strony tureckiej na surowiec. Ten ostatni z czasem, poprzez odnogę do Europy Południowej zastąpił, przynajmniej w części, rosyjski projekt południowego obejścia. Rosjanie dostarczają nim pomiędzy 16 mld m³ a 18 mld m³ surowca dla państw Europy Południowej, w tym Węgier, Serbii oraz Austrii¹¹⁷.

¹¹⁷ J. Sawulski, *Potencjalne ryzyka związane z przystąpieniem do strefy euro – doświadczenia państw Europy Środkowo-Wschodniej*, Warszawa 2019, s. 115–129.

Mapa 6. Przebieg trasy gazociągów „Blue Stream” oraz „Turkish Stream”



Źródło: Przebieg trasy gazociągów Turkstream oraz Blue Stream,

https://www.google.com/search?sca_esv=bc11e83389bb529e&sxsrf=ACQVn0b6lbLj1irLLTOI_HIxGhOdy0EQ:1711289322695&q=Przebieg+trasy+gazoci%C4%85g%C3%B3w+%E2%80%9EBlue+Stream%E2%80%9D+oraz+%E2%80%9ETurkish+Stream%E2%80%9D&tbm=isch&source=lnms&prmd=ivnbz&sa=X&ved=2ahUKEwi4n7_BiY2FAxVASvEDHXgOA4YQ0pQJegQIDRAB&biw=1280&bih=619&dpr=2#imgcr=I1EAPN9Y_xwCKM [dostęp: 1.01.2024].

Nadwyżki uzyskane w ramach bilateralnych umów na linii Moskwa – Budapeszt, Moskwa – Wiedeń czy też Moskwa – Bratysława, mimo sankcji, trafiają na pozostałe europejskie rynki gazu ziemnego. Dzieje się tak wskutek nieprzejrzystości europejskiego systemu przesyłowego, w którym poszczególne ilości surowca są zmieszane ze sobą, co ułatwia kontynuowanie sprzedaży przez stronę rosyjską. Co prawda „South Stream” zakładał przesył znacząco większych ilości surowca, nie mniej jednak należy przyznać, iż to Rosjanom, a nie UE, udało się zbudować – choć w znacznie ograniczonym zakresie – południowe obejście na swoich, korzystnych ekonomicznie, ale nie politycznie warunkach. Strona polska sprzeciwiała się projektom energetycznym budowy południowego obejścia w oparciu o rosyjskie źródła surowca. Kres sporom politycznym o źródła pozyskiwania gazu ziemnego, przebieg tras gazociągów położyła wojna na Ukrainie, w wyniku której pozycja UE, mierzona jako instytucja, jak również poprzez wszystkie państwa członkowskie – uległa

dalszej degradacji. Zmieniła się również percepcja postrzegania rynku gazu ziemnego, opartego w głównej mierze na rurociągach dostarczających surowiec. Kres konwencjonalnym projektom rurociągowym położyła technologia LNG, która po agresji rosyjskiej na Ukrainę szybciej zaczęła wypierać ten rodzaj przesyłu cennego zarówno dla gospodarki, jak i również klienta indywidualnego surowca. Nie oznacza to jednak, iż do projektów konwencjonalnych się nie wróci. Skądinąd nie nastąpi to dopóty nie zostanie zbudowany nowy system europejskiego bezpieczeństwa, co będzie procesem żmudnym i długotrwałym¹¹⁸.

Mapa 7. Przebieg trasy gazociągu Turkish Stream



Źródło: Mapa przebiegu gazociągu Turkish Stream, https://www.google.com/search?sca_esv=bc11e83389bb529e&sxsrf=ACQVn09GhMkS607s32HiCKhFXy6QFaIlgZA:1711289356888&q=Przebieg+trasy+gazoci%C4%85gu+Turkish+Stream&tbm=isch&source=lnms&prmd=ivnbz&sa=X&ved=2ahUKEwjenubRiY2FAxWhSfEDHaFpBZAQ0pQJegQICxAB&biw=1280&bih=619&dpr=2#imgrc=ZZ50eP_7PgTRGM [dostęp: 9.03.2024].

Polską odpowiedzią na brak spójnej, solidarnościowej, a więc zgodnej z wymogami chwili koncepcji energetycznej UE, determinowanej jednak zróżnicowanymi interesami państw członkowskich było wdrażanie własnej strategii energetycznej, opartej zarówno o możliwości, które dało nam członkostwo we Wspólnocie, jak również rosnącymi dochodami państwa polskiego, co umożliwiło finansowanie lub współfinansowanie z donatorami zewnętrznymi licznych

¹¹⁸ Y. Kashyryn, P. Narloch, T. Skrzyński, *Bezpieczeństwo energetyczne UE i Ukrainy w obliczu agresji ze strony Rosji*, Kraków 2024, s. 77–93.

projektów. Od połowy XXI wieku rozpoczął się dynamiczny proces rozwoju polskiego sektora gazowego. Ruszyły z dużą dynamiką, wspartą środkami finansowymi z UE, projekty dywersyfikacji połączeń gazowych oraz budowy ujednoczonego wolnego rynku gazu ziemnego w ramach Wspólnoty. O ile te ostatnie nie zostały zrealizowane w zakładanym przez decydentów stopniu, czego przyczyną były w znacznej mierze polityki narodowe realizowane przez kraje członkowskie, o tyle bez wątpienia ta ostatnia przyczyniła się do powstania połączeń międzysystemowych stanowiących istotny „zawór bezpieczeństwa”¹¹⁹.

Nie licząc wymienionego już we wcześniejszej części pracy doktorskiej interkonektora, łączącego polski z niemieckim systemem gazowym w ostatnich dwóch dekadach, powstało szereg innych połączeń międzysystemowych ze wszystkimi państwami sąsiadującymi z Polską, wyłączwszy Federację Rosyjską oraz Republikę Białoruś, choć co należy zauważyć – zarówno ze strony rosyjskiej, jak i również białoruskiej możliwości przesyłu surowca nadal istnieją. Istotne przy tym miejsce zajmują połączenia międzysystemowe z Republiką Czeską oraz Republiką Słowacką. Obydwa połączenia umożliwiają transport surowca zarówno z polskiego systemu gazowego, jak i również krajów sąsiadujących z naszym państwem. Dopiero w ostatnich latach wybudowane w celu zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego państw nadbałtyckich interkonektor z Litwą, poprzez co stały się możliwe dostawy gazu ziemnego nie tylko na rynek litewski, ale również do dwóch pozostałych państw nadbałtyckich: Łotwy oraz Estonii¹²⁰.

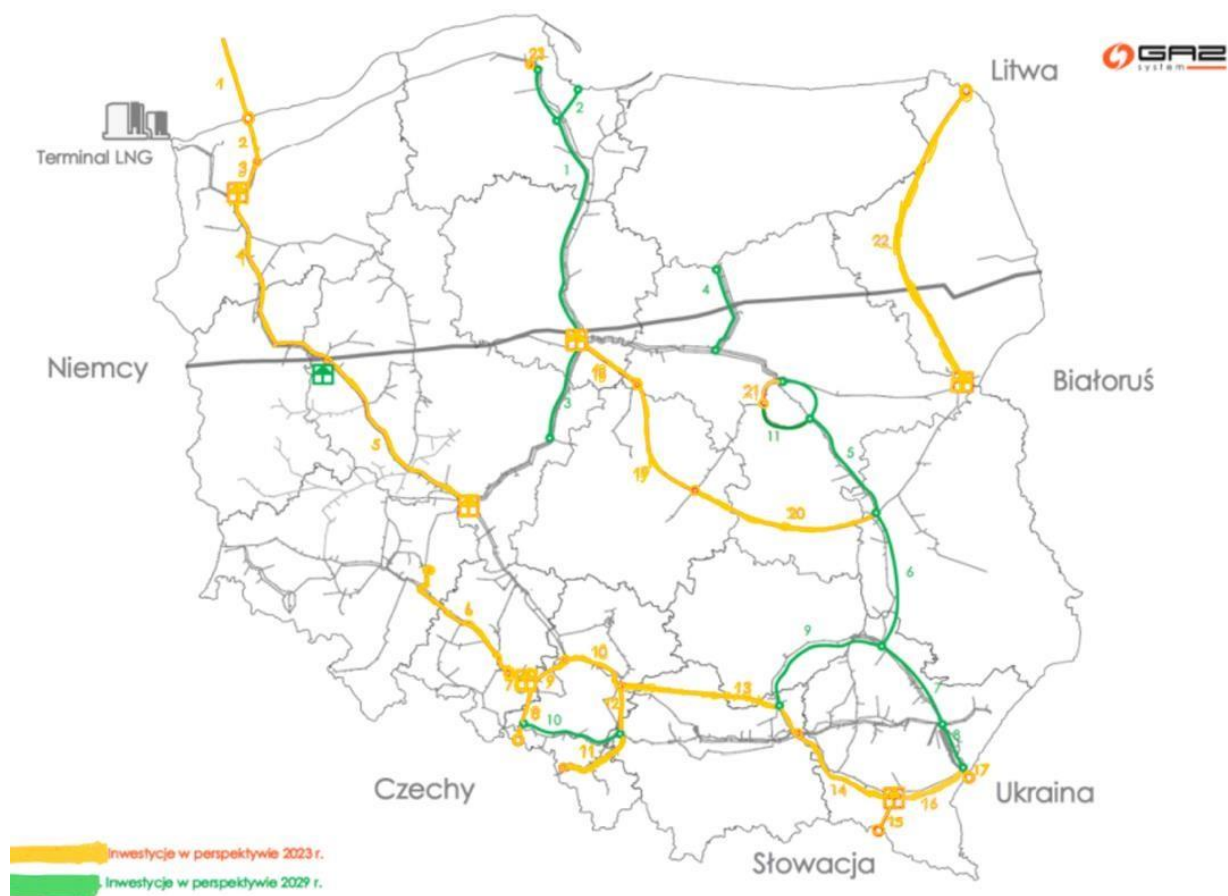
Strona polska stara się wykorzystać istniejące możliwości polityczne determinowane wojną na Ukrainie, jak również ekonomiczne determinowane relatywnie dobrą sytuacją gospodarczą do rozwoju sieci gazowej, zarówno tej o charakterze wewnętrznym, jak również pozwalającym na import surowca z różnych źródeł i różnych kierunków. Poniżej, na zamieszczonej mapie, zostały naniesione projekty gazociągów, które mają wzmocnić sektor bezpieczeństwa energetycznego państwa. Można by rzec, iż jest to swoistego rodzaju plan strategiczny rozwoju sektora gazowego uwzględniający politykę bezpieczeństwa energetycznego państwa¹²¹.

¹¹⁹ M. Ruszel, *Infrastrukturalne możliwości dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego do Polski w perspektywie 2020 roku*, Humanities and Social Sciences quarterly, Warszawa 2013, s. 10.

¹²⁰ P. Chmielarz, *Analiza bezpieczeństwa...*, *op. cit.*, s. 197–206.

¹²¹ A. Szachon-Pszenny, *Wojna w Ukrainie jako czynnik zmiany zasad przekraczania granicy zewnętrznej Unii Europejskiej*, Warszawa 2023, s. 127–146.

Mapa 8. Inwestycje planowane przez OGP Gaz-System S.A. w latach 2020–2029



Źródło: OGP Gaz – System S.A., Krajowy Dziesięcioletni Plan Rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na paliwa gazowe na lata 2020 – 2029 – wyciąg kwiecień 2019.

Dokonując analizy polityki bezpieczeństwa energetycznego w obszarze możliwej, dalszej dywersyfikacji, wymuszonej sytuacją międzynarodową, mierzona nie tylko politycznie – jak to się obecnie najczęściej przyjmuje, ale ekonomicznie – co może w następnych latach przeważać, istotna jest budowa zintegrowanego i konkurencyjnego rynku gazu w Europie Środkowo-Wschodniej. Tak definiowany projekt, koncepcja mają być wspierane rozwojem Krajowej Sieci Przesyłowej, obejmującej dwukierunkowe połączenia, oraz rozszerzeniem współpracy z Systemem Gazociągów Tranzytowych, co można prześledzić opierając się o mapę przedstawioną przez autorkę dysertacji.

Rysunek 9. Międzysystemowe połączenie gazowe Polska - Słowacja



Źródło: Krajowy Dziesięcioletni Plan Rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na paliwa gazowe na lata 2020–2029, OGP Gaz-System, <https://www.gazsystem.pl/dam/jcr:8c81d5e3-d70f-4937-9e3c-86817138e930/2024-03-04-kdpr-2025-2034-czesc-b-wyciagdo-konsultacji.pdf> [dostęp: 11.04.2024].

Polsko–słowackie połączenie gazowe, wraz z budową tłoczni gazu w Strachocinie, niewątpliwie stanowią kluczowe działania w ramach inicjatywy integrowania sieci gazociągów w Europie Środkowej. Realizacja połączenia PolskaSłowacja wpisuje się w szerszy kontekst Priorytetowego Korytarza Północ-Południe (NSI East Gas). Wzmacnia to nasz potencjał w obszarze pozyskiwania istotnych ilości

„błękitnego paliwa”, umożliwiając transport surowca z terminali LNG, położonych na Morzem Adriatyckim, będących częścią Morza Śródziemnego, a to umożliwia zakup gazu ziemnego z różnych źródeł¹²².

¹²² *Ibidem*, s. 13.

Mapa 9. Korytarz NSI EAST GAS



Źródło: Krajowy Dziesięcioletni Plan Rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na paliwa gazowe na lata 2020–2029, OGP Gaz-System, s. 26.

Innym elementem, mającym na celu wzmocnienie bezpieczeństwa gazowego Polski, jest wdrażana w ramach zarysowanej w ostatnich latach – przez decydentów politycznych – koncepcji Bramy Północnej szeregu projektów o charakterze wewnętrznym, jak również tych mieszających się w ramach międzynarodowego systemu gazowego. Projekt Bramy Północnej obejmuje zwiększenie dalszych zdolności regazyfikacyjnych w ramach istniejącego już terminala LNG w Świnoujściu. Inwestycje realizowane w ramach koncepcji Bramy Północnej zostały zakwalifikowane na listę PCI, w ramach Korytarza Priorytetów Gazowych BEMIP. Ponadto realizowane przyszłe inwestycje w sektorze gazowym mają kluczowe znaczenie dla rozwoju infrastruktury w ramach priorytetowego korytarza Północ-Południe (NSI East Gas), którego celem jest połączenie lądowej sieci przesyłowej gazu przebiegającej przez terytoria państw członkowskich UE na linii Morze Bałtyckie – Morze Adriatyckie¹²³. Korytarz NSI East Gas, uwzględniając nasze położenie geopolityczne (szeroki dostęp do Morza Bałtyckiego), rozpoczyna się na północy Polski, gdzie łączy się z istniejącym terminalem LNG oraz zrealizowaną w 2013 roku inwestycją „Baltic Pipe”. Sieć rurociągów przebiega przez Czechy, Słowację i Węgry, aż do terminalu LNG „Adria” na wyspie Krk

¹²³ A. Bielewicz, *Zarządzanie strategicznymi programami: terminal LNG i budowa sieci gazociągów*, „ICAN Institute”, Warszawa 2018, s. 80–82.

w Chorwacji. Te inwestycje są kluczowym elementem działań dywersyfikacyjnych zgodnych z pierwszym wymiarem unii energetycznej i zyskały status PCI ze względu na strategiczne znaczenie dla bezpieczeństwa energetycznego w regionie¹²⁴.

Podobne cele przyświecają budowie interkonektora łączącego polski system gazowy z czeskim. Połączenie międzysystemowe znane jest również pod nazwą „Stork II”. Kluczowym celem, realizowanym przy współpracy z instytucjami UE, jest poprawa bezpieczeństwa poprzez podwyższenie zdolności przesyłowych. Budowa transgranicznych połączeń międzysystemowych pozostaje kluczowym zadaniem polskiej polityki bezpieczeństwa energetycznego. Umożliwia to realizację dostaw z szeregu kierunków, w tym zwłaszcza z obszaru południowoeuropejskiego, do którego trafiają dostawy z Turcji, Libii, Algierii oraz za pośrednictwem terminali LNG z szeregu państw Bliskiego Wschodu, a nawet USA oraz Kanady. Warto przy tym podkreślić, iż inwestycja ta realizowana jest w ramach PCI, co mieści się w obszarze strategicznego planowania Priorytetowego Korytarza Północ-Południe (NSI East Gas)¹²⁵.

Schemat 5. Budowa połączenia Międzysystemowego Polska – Czechy



Źródło: Krajowy Dziesięcioletni Plan Rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na paliwa gazowe na lata 2020–2029, OGP Gaz-System, s. 19.

¹²⁴ Korytarz Północ-Południe, GAZ-SYSTEM S.A, <http://www.gaz-system.pl/nasze-inwestycje/integracja-zeuropejski-systemem/korytarz-polnoc-poludnie/> [dostęp: 6.06.2022]; Korytarz gazowy Północ-Południe tematem rozmów prezydentów Polski i Chorwacji, Energetyka24, <http://www.energetyka24.com/611639,korytarz-gazowypolnoc-poludnie-tematem-rozmow-prezydentow-polski-i-chorwacji/> [dostęp: 6.06.2022].

¹²⁵ Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030 Założenia i cele oraz polityki i działania, Ministerstwo Energii, Projekt KPEiK, Warszawa 2019, s. 9–12.

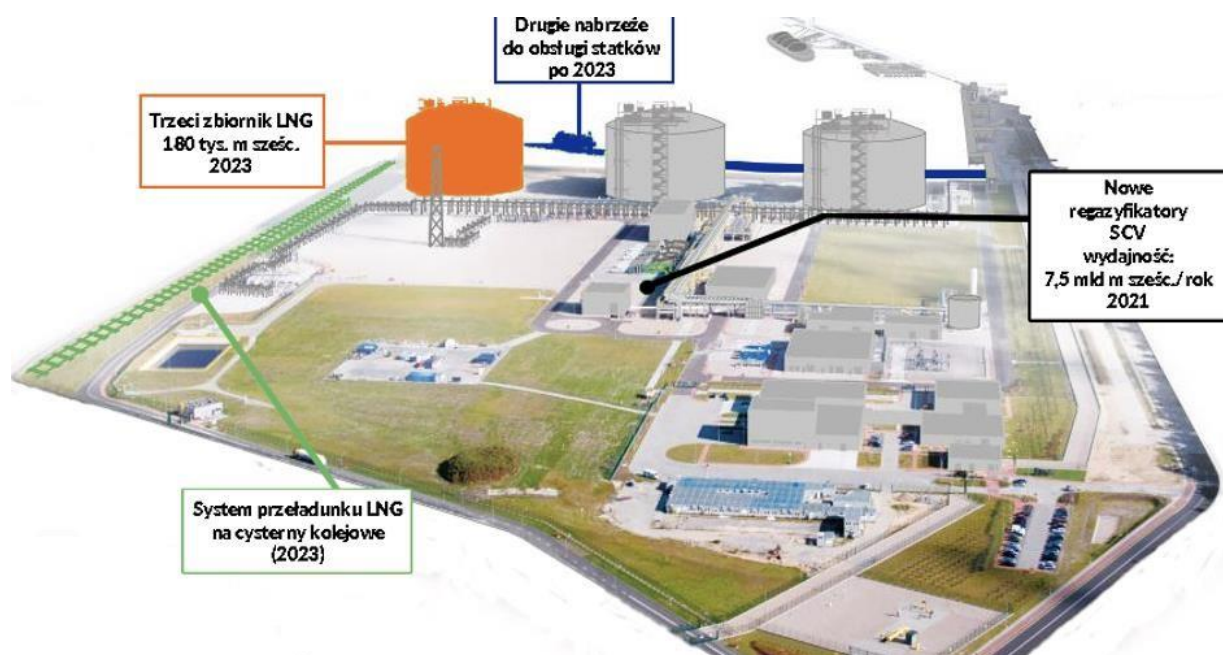
Nie ulega jednak wątpliwości, iż kluczowymi dla Polski inwestycjami, realizowanymi w ramach strategii dywersyfikacji źródeł, jak również tras przesyłu surowca były budowa gazoportu w Świnoujściu oraz uruchomienie planowanej od trzydziestu lat, w końcu zrealizowanej na przełomie 2012/2013 inwestycji „Baltic Pipe”. Wraz z rozwojem rynku LNG oraz pojawieniem się nowych eksporterów surowca, w tym zwłaszcza USA, pojawiła się możliwość sprowadzania gazu ziemnego w formie skroplonej. Należy przy tym podkreślić, iż główną barierą, stojącą przed władzami polskimi, były ceny za surowiec w formie LNG, problemy ze sfinansowaniem inwestycji, koszty inwestycji oraz brak odpowiednich dostawców. W relacji do gazu ziemnego, transportowanego drogą lądową, w ujęciu średniorocznym gaz ziemny w formie skroplonej był o około 40% droższy¹²⁶. Co gorsza LNG podlega wahaniom cenowym, jak również problemom z transportem surowca, w tym charakterystycznymi dla dostawców LNG opóźnieniami. Część z nich wynikała z przyczyn obiektywnych, jak choćby problemy z przepustowością szlaków wodnych (Kanał Sueski), czy finansowych (wybór aktualnie lepszej oferty). Niestety w tym przypadku, dodajmy dosyć często, mimo zawieranych umów dochodziło do sytuacji kuriozalnych, w których oferent nie wywiązywał się z podpisanej umowy, woląc przekierować LNG na inne, korzystniejsze dla niego rynki zbytu¹²⁷. Problemy z regulacjami prawnymi, które często są niekorzystne dla importera, powodują, iż w przyszłości LNG będzie zastępowane przez OZE, wspomagane gazem ziemnym pochodzącym z rurociągów. Jednakże aby to się stało, koniecznym jest stworzenie nowego systemu bezpieczeństwa, definiowanego przez kulturę strategiczną UE, bowiem ta obecnie już nie przystaje do rzeczywistości. Współczesny rozwój rynku LNG jest w dużym stopniu determinowany wejściem amerykańskiego sektora gazowego na rynek europejski. Stało się to możliwe wskutek zerwania relacji energetycznych ze strony większości państw UE z realizującą agresywną politykę Federacją Rosyjską. Ceny oferowane przez amerykańskie koncerny za surowiec są jednak zbyt wysokie, aby można było na nich opierać fundamenty rozwoju gospodarczego państwa. Niemniej jednak w sferze

¹²⁶ *Czy amerykański gaz LNG jest o kilka tysięcy procent droższy niż rosyjski, a USA wstrzymują dostawy, żeby jeszcze bardziej wywindować jego cenę?*, <https://fakehunter.pap.pl/raport/dbb862a1-b716-46fb-b1e50886fa81cefb> [dostęp: 13.03.2024].

¹²⁷ P. Syrczyński, *Kto wygra proces z amerykańkami o niedostarczone LNG*, <https://wysokienapiecie.pl/96768-ktowygry-proces-z-amerykanami-o-niedostarczone-lng/> [dostęp: 30.01.2024].

bezpieczeństwa energetycznego posiadanie gazoportów w państwach mających dostęp do morza (pod warunkiem że jest to akwen otwarty) stanowi niezwykle istotny element polityki bezpieczeństwa energetycznego państwa. Stąd też podjęta w 2014 roku decyzja o budowie gazoportu przyczyniła się do znaczącego zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego państwa. W obecnej chwili, po rozbudowie oraz modernizacji istniejącej instalacji LNG, jej moce przesyłowe sięgają 6,7 mld m³ rocznie, co jest wartością odpowiadającą 25%–27% krajowego zapotrzebowania na surowiec¹²⁸¹²⁹.

Schemat 6. Schemat przedstawiający funkcjonowanie terminala LNG w Świnoujściu



Źródło: Terminal LNG w Świnoujściu, <https://wysokienapiecie.pl/tag/terminal-lng/> [dostęp: 30.01.2024].

Niewątpliwie kluczową, a zarazem domykającą na tym etapie rozwoju polskiego sektora gazu ziemnego inwestycją była budowa rurociągu „Baltic – Pipe”. Realizacja tego projektu umożliwiła Polsce zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego państwa bez konieczności importowania gazu ziemnego z Federacji Rosyjskiej, co w kontekście agresji tego państwa na Ukrainę było tak zwaną „inwestycją na czasie”. Instalacja łączy norweskie złoża surowca (częściowo będące własnością PKN ORLEN), biegnąc przez terytorium

¹²⁸ Orlen poradził sobie bez rosyjskiego gazu,

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwih_rjz_OEAXnX_E D2cQFnoECBkQAQ&url=https%3A%2F%2Fcleanerenergy.pl%2F2024%2F03%2F01%2Forlenporadzil-sobie-bez-rosyjskiego-gazu%2F&usg=AOvVaw3aY1byj-05wrZom_T4vtbb&opi=89978449

¹²⁹ [dostęp: 03.2024].

duńskie aż do miejsca odbioru w Świnoujściu w Polsce. Długość instalacji to blisko 800 kilometrów, z czego 110 kilometrów przebiega po dnie Bałtyku. Maksymalna przepustowość gazociągu to 10 mld m³ surowca rocznie. Gaz z instalacji będzie trafiał zarówno do Polski, jak i Danii, z tym, że w przypadku naszego kraju będzie to 8 mld m³ – 8,5 mld m³ surowca rocznie, zaś Dania docelowo będzie odbierać od 1,5 mld m³ – 2 mld m³ gazu ziemnego w analogicznym okresie¹³⁰.

3.3. Perspektywy dywersyfikacji polskiego sektora gazu ziemnego

Zapotrzebowanie strony polskiej na gaz ziemny będzie sukcesywnie rosło i osiągnięte według założeń władz polskich do 2030 roku blisko 30 mld m³ surowca. Wynika to z dynamiki wzrostu gospodarczego, co w sposób naturalny przekłada się na zużycie surowca. Innym czynnikiem wpływu determinującym dynamikę wzrostu zapotrzebowania na surowiec jest sukcesywnie postępujący proces gazyfikacji kraju. Tak się bowiem złożyło, iż istnieją jeszcze w Polsce regiony (w większości przypadków gminy choć również zdarzają się powiaty), gdzie gaz ziemny, z różnych przyczyn – zwłaszcza finansowych oraz technologicznych – nie jest doprowadzany. Obecnie, wskutek rozwoju sieci gazowej determinowanej również zwiększeniem możliwości technicznych przesyłu, przy jednoczesnym obniżeniu kosztów budowy instalacji, takie możliwości powstały i są – co należy podkreślić – wykorzystywane. Powoduje to jednak wzrost ilości zużywanego surowca. W związku z brakiem widocznych postępów w produkcji surowca ze złóż krajowych pozostają dwie drogi zapewnienia naszemu państwu bezpieczeństwa energetycznego. Pierwszą z nich są poszukiwania gazu ziemnego poza granicami naszego państwa, celem nabycia na własność, na podstawie koncesji wydanej przez miejscowe władze, konkretnych pokładów, a następnie wykorzystując istniejącą infrastrukturę wprowadzenie surowca do obiegu sieci lądowej lub poddaniu tegoż skropleniu do formy LNG¹³¹.

¹³⁰ *Projekt BalticPipe*, <https://en.energinet.dk/Infrastructure-Projects/Projektliste/BalticPipe/> [dostęp: 9.03.2024].

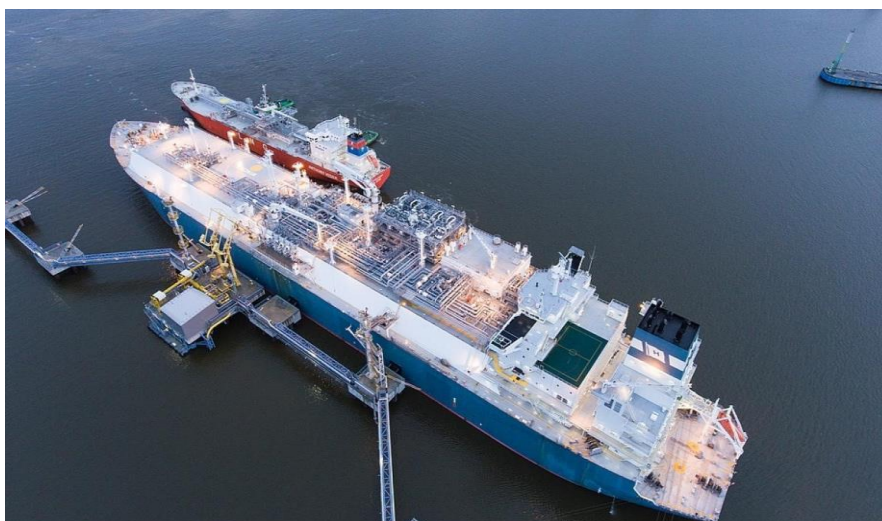
¹³¹ M. Tomczyk, T. Kościelecki, *Rola gazu w bezpieczeństwie energetycznym Polski*, Safety & Defense, Warszawa 2016, s. 39–53.

Jednym z projektów jest budowa nowego terminalu gazu skroplonego, którego wstępna lokalizacja wskazuje Gdańsk, jako miejsce budowy systemu przywracania gazu w formie LNG do postaci lotnej, tak zwane FSRU¹³². Projekt zakłada budowę odpowiedniej infrastruktury portowej, umożliwiającej odbiór surowca ze strony statków z płynnym surowcem na cumującą stale na nadbrzeżu portowym jednostkę FSRU. Inwestycje, obok GAZ SYSTEMU, ma realizować Urząd Morski w Gdyni. Do jego zadań należy budowa infrastruktury portowej, w tym falochronu, toru wodnego będącego podejściem do FSRU, obrotnicy oraz systemu oznakowań nawigacyjnych wchodzących w skład infrastruktury dostępowej. Łączne moce przerobowe instalacji mają sięgać 6,1 mld m³ rocznie, co czyniłoby powyższą inwestycję najnowocześniejszą i najefektywniejszą spośród projektów zrealizowanych w ramach UE przez państwa członkowskie. Proces wyłaniania firm mających zrealizować inwestycje jest obecnie na ukończeniu. GAZ SYSTEM ma do wyboru kontrahentów z Norwegii BW LNG oraz Japonii Mitsui OSK Lines, czyli kluczowych graczy na globalnym rynku paliw w obszarze możliwości wykorzystania ultranowoczesnych technologii w zakresie produkcji oraz transportu surowca w stanie płynnym. Konieczną przy tym będzie rozbudowa infrastruktury lądowej, którą gaz będzie redystrybuowany do odbiorów zinstytucjonalizowanych oraz indywidualnych. Przewiduje się budowę trzech nowych odcinków gazociągów, będących częścią połączeń międzysystemowych pomiędzy FSRU a siecią gazową państwa. Poniżej na zdjęciu poglądowy wygląd pływającej instalacji FSRU analogicznej pod względem rozwiązań technicznych, choć o mniejszej mocy przerobowej w litewskiej Kłajpedzie¹³³.

¹³² *System przesyłowy. Inwestycje. Terminal*, <https://www.gaz-system.pl/pl/systemprzesylowy/inwestycje/terminal-fsru.html> [dostęp: 30.01.2024].

¹³³ T. Skrzyński, *Między decyzją o budowie Gazociągu Północnego – a uruchomieniem terminalu w Świnoujściu. Znaczenie gazu ziemnego w polityce zagranicznej Polski w latach 2005–2015*, Warszawa 2018, s. 89–100.

Rysunek 10. Zdjęcie poglądowe terminalu FSRU w Kłajpedzie



Źródło: P. Piesik, *Terminal odbioru gazu skroplonego LNG powstanie w zatoce gdańskiej. Podpisano ważne dokumenty*, <https://www.zawszepamorze.pl/terminal-odbioru-skroplonego-gazu-ling-powstanie-w-zatocegdanskiej-podpisano-wazne-dokumenty> [dostęp: 11.01.2024].

Optymizmem może przy tym napawać data przewidywanego uruchomienia inwestycji. Według GAZ SYSTEMU już w 2028 roku do polskiej sieci gazowej ma trafić surowiec poddany regazyfikacji z wykorzystaniem FSRU. Tak więc czas od chwili powstania projektu do momentu jego finalizacji jest relatywnie krótki, a jak na warunki polskie można nawet zaryzykować opinię, iż rekordowo szybki¹³⁴.

W związku z powyższymi uwarunkowania koncentrującymi się na LNG, jak wydaje się kluczowym elemencie strategii polskiej polityki bezpieczeństwa energetycznego, w jej gazowej domenie realizowane są prace na rzecz rozbudowy infrastruktury gazowej. Dotyczy to budowy nowych połączeń międzysystemowych w ramach infrastruktury krajowej, jak również zdolności magazynowych. Plany obejmujące budowę polskiego hubu gazowego, są raczej mało prawdopodobne, jeśli za punkt odniesienia przyjmiemy możliwość ich realizacji. Nie mamy obecnie wystarczających środków finansowych, nie mówiąc już o technicznych w zakresie budowy kolejnych terminali na gaz skroplony LNG, nie mówiąc już o instalacjach lądowych. Nie ma również źródła, które byłoby na tyle korzystane, aby strona polska była w stanie odsprzedawać poważne nadwyżki w bilansie gazowym. Kontrahenci z USA, Norwegii oraz Kataru są zbyt drodzy, aby można było mówić o realizacji zysków. Należy się

¹³⁴ W. Grządzielski, *Rola sieci gazowej w transformacji energetycznej. Rynek Energii*, Warszawa 2021, s. 3–7.

spodziewać, iż pozyskane przez Polskę nadwyżki tylko w niewielkim stopniu będą trafiać na rynki trzecie¹³⁵.

Wydaje się, iż podobnie jak rzecz się miała z innymi monumentalnymi projektami w obszarze infrastruktury, mogą zostać zrealizowane poszczególne elementy zbyt, zdaniem autorki, ambitnych projektów. Porównywalna sytuacja jest w przypadku realizacji projektu pływającego terminala LNG, który mógłby stanowić cenne uzupełnienie istniejącego systemu dostaw „błękitnego paliwa”, niż stanowić jeden z elementów koncepcji zagospodarowania europejskiego rynku surowca¹³⁶. Poniższa mapa ilustruje możliwości przesyłowe gazu ziemnego po jego powrotnym przywróceniu w formę lotną na kierunku południowym, z uwzględnieniem istniejącej, jak również modernizowanej i rozbudowywanej, sieci połączeń gazowych.

Mapa 10. Schemat połączeń gazowych pomiędzy gdańskim terminalem FSRU a międzynarodową siecią gazową (element planu budowy polskiego hubu gazowego)



Źródło: System przesyłowy. Inwestycje, <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/inwestycje/terminalfsru.html> [dostęp: 30.01.2024].

¹³⁵ A. Sikora, A.P. Sikoraj, *Analiza kosztów i korzyści Polski i UE związanych z planowaną umową handlową między UE i USA (TTIP)*, „Przemysł chemiczny” 2016, nr 1, s. 9–15.

¹³⁶ M. Trocki, P. Wyrozębski, „Planowanie przebiegu projektów”, Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie, Warszawa 2019, s. 30–60.

Projekt Terminal FSRU wydaje się być pierwszy z części projektów, który mógłby hipotetycznie – co po raz kolejny zaznacza autorka pracy – stanowić część szerszego, politycznego planu budowy hubu gazowego. Zakłada się umiejscowienie pływającej jednostki FSRU (Pływającej Jednostki Magazynowania i Regazyfikacji) w pobliżu posiadającego rozbudowaną infrastrukturę portu gdańskiego. Umożliwia to wykorzystanie jej części do rozładunku, przechowywania i regazyfikacji LNG, a także świadczenia dodatkowych usług. W zależności od wybranego modelu usług terminal FSRU mógłby oferować regazyfikację surowca, jak również usługi dodatkowe, podzielone w tym przypadku na przysłowiowe sloty. Całość inwestycji, jeśli do niej dojdzie – co wydaje się być prawdopodobne, będzie odpowiadać obecnym standardom budowy tego typu konstrukcji definiowanych wymogami globalnego rynku gazu ziemnego. Aktualnie trwają już prace projektowe nad trzema kluczowymi inwestycjami towarzyszącymi w ramach realizowanego planu rozbudowy bałtyckiej infrastruktury LNG:

- Gazociąg Kolnik – Gdańsk (ok. 35 km);
- Gazociąg Gustorzyn – Wicko, odcinek Gardeja – Kolnik (ok. 86 km);
- Gazociąg Gustorzyn – Wicko, odcinek Gustorzyn – Gardeja (ok. 128 km)¹³⁷.

Istotną częścią planu budowy polskiego hubu gazowego lub inaczej – rozbudowy możliwości polskiego sektora energetycznego w obszarze przesyłu surowca jest realizacja programu Centrum – Wschód¹³⁸. Zakłada on budowę istotnych dla realizacji zadań w ramach sektora energetycznego państwa na kierunku wschodnim inwestycji: gazociągu Gustorzyn – Wronów i połączenia gazowego Polska – Litwa¹³⁹. Ten kompleksowy projekt ma na celu utworzenie strategicznego korytarza gazowego, łączącego centralną Polskę z północą oraz słabo dotychczas zagospodarowany, pod względem infrastruktury, wschodem kraju. Stworzenie tej infrastruktury pozwoli na elastyczny przesył gazu z różnych kierunków, umożliwiając efektywną współpracę krajowego systemu przesyłowego z gazociągiem Polska – Litwa oraz interkonektorami Polska – Słowacja zaś w trudno dającej się współcześnie określić przyszłości Polska – Ukraina. Korzyści z realizacji korytarza Centrum – Wschód mają charakter strategiczny. Inwestycja wzmocni bezpieczeństwo dostaw gazu, zwłaszcza w

¹³⁷ *System przesyłowy. Inwestycje. Terminal LNN FSRU. Gardeja – Kolnik*, <https://www.gaz-system.pl/pl/systemprzesylowy/inwestycje/terminal-fsr/gardeja-kolnik.html> [dostęp: 30.01.2024].

¹³⁸ T. Skrzyński, *Między decyzją o budowie Gazociągu Północnego – a uruchomieniem terminalu w Świnoujściu. Znaczenie gazu ziemnego w polityce zagranicznej Polski w latach 2005–2015*, Warszawa 2018, s. 89–100.

¹³⁹ *System przesyłowy. Inwestycje korytarze centrum – wschód*, <https://www.gaz-system.pl/pl/systemprzesylowy/inwestycje/korytarz-centrum-wschod.html> [dostęp: 30.01.2024].

Polsce centralnej i wschodniej. Gazociąg Gustorzyn – Wronów swoim surowcem zasili województwa: kieleckie, mazowieckie, łódzkie. Połączenie gazociągu w Rawie Mazowieckiej z istniejącym systemem przesyłowym znacząco zwiększy zasilanie w surowiec dynamicznie rozwijającego się rynku warszawskiego.

Mapa 11. Gazociąg Gustorzyn – Leśniewice (etap I Gustorzyn – Wronów)



Źródło: *System przesyłowy. Inwestycje. Korytarze centrum – wschód*, <https://www.gaz-system.pl/pl/systemprzesylowy/inwestycje/korytarz-centrum-wschod/gustorzyn-lesniewice.html> [dostęp: 30.01.2023].

Oceniając perspektywy polskiego sektora gazu ziemnego w obszarze szeroko pojętej dywersyfikacji należy stwierdzić, iż większość projektów o charakterze strategicznym została albo domknięta albo też zostanie z dużym prawdopodobieństwem zrealizowana w okresie kilku lat (FSRU). Nie wydaje się również koniecznym dalsza rozbudowa sieci interkonektorów, z wyjątkiem kierunku wschodniego leżącego obecnie poza granicami możliwości UE.

Konkretnie zaś w tym przypadku dalszy rozwój infrastrukturalny dotyczyłby kierunku ukraińskiego. Gdyby powiodła się rozbudowa i modernizacja istniejącego polsko-ukraińskiego interkonektora oraz zrealizowano projekt budowy nowego, o znacznie większej

przepustowości, połączenia gazowego z ukraińskim systemem gazowym – mogłoby to stanowić pewne domknięcie polskiego systemu bezpieczeństwa energetycznego w jego gazowej części. Wydawać by się to mogło logiczne, zwłaszcza, iż 30–40 kilometrów za naszą granicą znajduje się najpotężniejszy w Europie system magazynów gazu ziemnego, których nadal brakuje, jako ważnego dopełnienia europejskiego systemu bezpieczeństwa energetycznego. Problemem jest jednak stanowisko strony ukraińskiej, której ambicje sięgają stworzenia własnego hubu gazowego w oparciu o planowaną budowę własnej infrastruktury z wykorzystaniem dostępu do Morza Czarnego, jak również własnych złóż surowca, które wydają się być wystarczające do zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego tego państwa. Zakładając możliwość odbioru surowca w postaci LNG z USA drogą morską lub pochodzącego z akwenu kaspijskiego, co jest determinowane korzystniejszym – niż ma to miejsce w przypadku Turcji – położeniem geopolitycznym, takie możliwości wydają się być realne¹⁴⁰. W tak definiowanej przyszłości rzeczywistości nasz sektor gazowy pozostawałby konkurencyjny w relacji do planów ukraińskich. Wydaje się niestety, iż taki scenariusz jest możliwy. W obecnej chwili, na drodze do jego realizacji przez stronę ukraińską i zachodnie koncerny energetyczne, stoi rosyjsko–ukraiński konflikt zbrojny. W przypadku realizacji ambitnych planów strony ukraińskiej nasze cele zostaną mocno ograniczone, zaś polski rynek gazu ziemnego będzie li tylko i wyłącznie rynkiem lokalnym. Zyski z transferu „błękitnego paliwa” będą realizować inni. Brak świadomości politycznej, ekonomicznej polskich decydentów wydaje się w tym przypadku co najmniej mocno zastanawiający¹⁴¹.

¹⁴⁰ A. Podraza, *Bezpieczeństwo energetyczne Polski w kontekście neoimperialnej polityki Rosji oraz współpracy europejskiej i transatlantyckiej: Polska jako hub gazowy*, Sprawy Międzynarodowe, Warszawa 2020, s. 135–161.

¹⁴¹ J. Kukulka, *Nowe uwarunkowania i wymiary bezpieczeństwa międzynarodowego Polski*, „Więś i Państwo” 1995, nr 1, s. 198–199.

ROZDZIAŁ CZWARTY

MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA POLITYKI BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ WYNIKAJĄCE Z CZŁONKOSTWA W UNII EUROPEJSKIEJ

Niewątpliwie wejście Polski do Unii Europejskiej stało się zwieńczeniem naszych wieloletnich starań, których celem było zapewnienie naszemu państwu, a w tym społeczeństwu bezpieczeństwa w jak najszerszym tego słowa wymiarze. Polska wydatnie wzmocniła swoją pozycję polityczną oraz ekonomiczną. Wzrosło również znaczenie naszego państwa na arenie międzynarodowej. Wstępując do NATO oraz UE zostaliśmy częścią wspólnoty euroatlantyckiej, co przyniosło za sobą poważne gwarancje bezpieczeństwa definiowane choćby słynnym piątym artykułem porządku prawnego, na którym osadzono koncepcję Sojuszu Północnoatlantyckiego. Nie rozwiązało to jednak wszystkich naszym problemów. Nie mogło też stanowić swoistego remedium dla nich. Wiele zależało od nas samych, elit politycznych, które zostały wybrane w wolnych, demokratycznych wyborach. W dalszym ciągu jednak przez blisko dwie dekady polskie władze musiały zmagać się z postradzieckim dziedzictwem energetycznym w postaci zależności od dostaw gazu ziemnego, w mniejszym stopniu ropy naftowej. W tym ostatnim przypadku dywersyfikacja możliwości dostaw ropy naftowej oraz jej rafinacji dokonała się jeszcze w latach 70. XX wieku, kiedy to relatywnie postępową ekipą władzy, pod przywództwem pierwszego sekretarza PZPR Edwarda Gierka, postanowiła zbudować terminal do odbioru surowca w Gdańsku, wraz z rafinerią, oraz drugą, kluczową ze względu na możliwości przerobowe rafinerią w Płocku. Modernizacji został również poddany sektor przerobu ropy naftowej w innych regionach naszego państwa. Niewątpliwie był to postęp, który nadal stanowi dla nas fundament polityki bezpieczeństwa energetycznego mimo szybko zmieniającej się globalnej rzeczywistości. Niestety, nie udało się stworzyć podwalin pod modernizację, jak również rozbudowę gazowej części polskiego sektora energetycznego. Wynikało to z braku możliwości przesyłu gazu ziemnego w postaci LNG drogą morską, jak również wpływami, jakimi dysponowało państwo radzieckie w stosunku do PRL, co wykluczało zbyt daleko idącą samodzielność przy podejmowaniu kluczowych decyzji w tym zwłaszcza w obszarze szeroko definiowanego bezpieczeństwa. Te ostatnie było zarezerwowane wyłącznie dla

decydentów radzieckich. Od ich woli zależały kierunki rozwoju polskiej polityki bezpieczeństwa, w tym również analizowanego w tej pracy bezpieczeństwa energetycznego. Stąd też wzmiankowana wyżej polityka w ramach sektora gazu ziemnego realizowana była nawet w okresie członkostwa Polski w Unii Europejskiej, bowiem sama przynależność nie stanowiła antidotum na problemy, zaś polityka bezpieczeństwa energetycznego musiała uwzględniać istniejący stan faktyczny. Trudno jednak nie zauważyć, iż członkostwo Polski w organizacji stało się prawdziwym krokiem milowym na drodze do niezależności energetycznej, choć na efekty trzeba było jeszcze dosyć długo bowiem niemalże dwie dekady poczekać. co wynikało z wielu przesłanek leżących zarówno w obszarze polityki, jak też gospodarki. Te ostatnie miały swoje uwarunkowania na szczeblu krajowym oraz zagranicznym. Położenie geopolityczne naszego państwa wykluczało możliwość podejmowania szybkich, a więc z natury rzeczy często ryzykownych decyzji. Najpierw należało zbudować solidne fundamenty pod nową strategię energetyczną w tym zwłaszcza w obszarze gazu ziemnego¹⁴².

Tabela 22. Wpływ członkostwa Polski w Unii Europejskiej na politykę bezpieczeństwa energetycznego państwa

Znaczenie członkostwa Polski w Unii Europejskiej	Możliwość pozyskania środków finansowych na realizację projektów dywersyfikacyjnych
Znaczenie członkostwa Polski w Unii Europejskiej	Możliwość uczestnictwa w projektach infrastrukturalnych realizowanych przez Unię Europejską jako pełnoprawny członek Wspólnoty
Znaczenie członkostwa Polski w Unii Europejskiej	Możliwość uzyskiwania nadwyżek gazu ziemnego z europejskiego rynku „błękitnego paliwa” poprzez sieć interkonektorów
Znaczenie członkostwa Polski w Unii Europejskiej	Dostęp do nowych technologii w obszarze produkcji, transportu, dystrybucji gazu ziemnego
Znaczenie członkostwa Polski w Unii Europejskiej	Możliwość uczestnictwa strony polskiej w podejmowaniu kluczowych decyzji przez instytucje reprezentujące Unię Europejską w ramach realizowanej przez Wspólnotę polityki bezpieczeństwa energetycznego

Źródło: opracowanie własne na podstawie: M. Bodio, *Polityka energetyczna w stosunkach między Unią Europejską a Federacją Rosyjską w latach 2000–2008*, Warszawa 2009, s. 70–71.

¹⁴² D. Jopek, A. Hołuj, *Planowanie przestrzenne i jego efekty zewnętrzne, Polityka miejska – wybrane aspekty zarządzania rozwojem*, Kraków 2023, s. 55–73.

Wszystkie opisane powyżej możliwości przybliżyły nas do celu, jakim było uzyskanie suwerenności energetycznej, oczywiście, jeśli za punkt odniesienia przyjmiemy uwarunkowania geopolityczne definiowane zależnością od dostaw surowców energetycznych z Federacji Rosyjskiej. Unia Europejska dysponowała mającymi kluczowe znaczenie przy realizacji inwestycji strategicznych środkami finansowymi, które mogła przeznaczyć na wzmocnienie naszego sektora energetycznym, w tym również dywersyfikację dostaw gazu ziemnego. Poniższa tabela przedstawia w sposób usystematyzowany rodzaje inwestycji w sektorze energetycznym w jego gazowej części, realizowanych przy wykorzystaniu pomocy finansowej (kredyty, pożyczki, pomoc bezzwrotna) ze strony instytucji Unii Europejskiej.

Tabela 23. Inwestycje Unii Europejskiej w polską krytyczną infrastrukturę gazową

Inwestycje	Budowa strategicznych magistrali gazu ziemnego
Inwestycje	Budowa gazoportu oraz pozyskanie technologii LNG
Inwestycje	Rozbudowa krajowego systemu przesyłu gazu ziemnego
Inwestycje	Rozbudowa oraz budowa nowych magazynów gazu ziemnego
Inwestycje	Zakup nowych technologii w tym w obszarze OZE wykorzystujących gaz ziemny jako paliwo pomostowe.

Źródło: opracowanie własne na podstawie, M. Bodio, *Polityka energetyczna w stosunkach między Unią Europejską a Federacją Rosyjską w latach 2000–2008*, Warszawa 2009, s. 30–35.

Wszystkie podejmowane przez polskie władze działania w ramach sektora energetycznego przyniosły, w większości przypadków wcielanych w życie projektów, pozytywne skutki. Przez ponad dwie dekady członkostwa Polski we Wspólnocie udało się włączyć nasz system przesyłu gazu ziemnego do ogólnoeuropejskiego systemu, co samo w sobie stało się głównym, choć niedocenianym filarem, na którym opiera się bezpieczeństwo energetyczne naszego państwa. To właśnie od tego punktu wyjścia powinna być budowana polityka bezpieczeństwa energetycznego. Dołączenie do wspólnotowego systemu przesyłu gazu ziemnego było możliwe wskutek realizacji szeregu projektów budowy, jak również rozbudowy sieci połączeń międzysystemowych — interkonektorów, co przyniosło efekt w postaci uzyskania dostępu (ze wzajemnością) dla naszego państwowego sektora gazu

ziemnego do systemów połączeń gazowych państw sąsiednich. Spoglądając na problem szerzej przyniosło to możliwość dołączenia do ogólnoeuropejskiego systemu przesyłu błękitnego paliwa zasilanego ze złóż norweskich, algierskich oraz libijskich, co wpłynęło pozytywnie na ocenę stanu bezpieczeństwa energetycznego. Wskutek tak definiowanej polityki bezpieczeństwa energetycznego dysponujemy obecnie możliwościami eksportu surowca na europejski rynek gazu ziemnego. Tak więc mierzona w miliardach euro pomoc, okazana przez Unię Europejską w obszarze modernizacji sektora gazu ziemnego w Polsce, okazała się kluczową dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego naszemu państwu. W latach 2014–2020 Polska była największym beneficjentem środków z Instrumentu Łączącej Europę (Connecting Europe Facility, CEF) w sektorze energetycznym, otrzymując ponad 920 mln euro (co przekłada się na ponad 4 mld złotych) na projekty związane z gazem i elektrycznością¹⁴³. Niestety nie obyło się bez kosztów, które rzutują i mogą jeszcze w większym stopniu wpływać na polski rynek gazu ziemnego w przeszłości. Są one związane z nowymi zależnościami w ramach globalnego rynku gazu ziemnego, jak również mieszczą się w sferze ekonomicznej. W tej ostatniej wyraża się to kosztami ponoszonymi przez nasze państwo w ramach pozyskiwania gazu ziemnego od nowych kontrahentów. W sposób jednoznacznie negatywny znajduje to przełożenie na całą gospodarkę naszego państwa, zarówno w ramach sektora przemysłowego, jak również usługowego. Polska gospodarka staje się zdecydowanie mniej konkurencyjna od gospodarek państw wykorzystujących do procesów produkcyjnych relatywnie tani gaz pochodzący z Federacji Rosyjskiej. Innym problemem jest przeniesienie jurysdykcji w obszarze cen za pozyskiwany surowiec, jak również specyfikacji dostaw z europejskiego systemu prawniczego na amerykański (giełda Henry Hub). Zaledwie rok po podpisaniu umów przyniosło to za sobą określone problemy. Wraz ze wzrostem znaczenia dostaw gazu skroplonego z USA, mogą się one nawarstwiać. Ważnym jest też możliwość zakłócenia łańcucha dostaw LNG drogą morską, czego przykładem wydarzenia związane z żeglugą po Morzu Czerwonym, będącym przysłowiowym przedśionkiem Kanału Sueskiego¹⁴⁴.

¹⁴³ *EU funds support Poland's energy security*, European Commission, https://ec.europa.eu/regional_policy/en/newsroom/panorama/2022/05/25-05-2022-eu-funds-support-poland-s-energy-security [dostęp: 18.04.2024].

¹⁴⁴ H. Elul, J.H. Boykin, M. Havalic, *Gas Supply and LNG Arbitrations, The Guide: Energy Arbitrations*, <https://globalarbitrationreview.com/guide/the-guide-energy-arbitrations/4th-edition/article/gassupply-and-lng-arbitrations> [dostęp: 18.04.2024].

Tabela 24. Zagrożenia dla polskiej polityki bezpieczeństwa energetycznego w sektorze gazu ziemnego

Zagrożenia	Uzależnienie od nowych dostawców: niestabilne polityczne państwa Bliskiego Wschodu oraz dążące do uzyskania monopolistycznej pozycji na europejskim rynku LNG USA
Zagrożenia	Podatność LNG na wahania cen za surowiec
Zagrożenia	Zbyt krótki okres możliwości eksploatacji norweskich pokładów gazu ziemnego (zarówno będących własnością konsorcjów norweskich, mieszanych jak również należących do PKN ORLEN
Zagrożenia	Uzależnienie od jurysdykcji (szczególnie przy rozstrzyganiu sporów), jak również generowania ceny za surowiec od pozaeuropejskich kontrahentów (USA – Henry Hub)
Zagrożenia	Wzrost zagrożeń atakami terrorystycznymi na transporty LNG w tym zwłaszcza zakłócenie łańcucha dostaw (wykorzystanie tanich i łatwych do skonstruowania nawet w mocno prymitywnych warsztatach państw trzecich dronów morskich).

Źródło: opracowanie własne na podstawie, J. Czaputowicz, *Bezpieczeństwo międzynarodowe. Współczesne koncepcje*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012, s. 20–23.

Spoglądając na powyższą tabelę trudno nie sformułować pewnych wniosków, w tym również tego kluczowego, iż taka a nie inna jest właśnie cena niezależności energetycznej od naszego wschodniego sąsiada. Nie wszystko więc odpowiada narracji powielanej na potrzeby opinii publicznej, z reguły mocno uproszczonej, pomijającej niewygodne fakty lub zarysowujące się coraz ostrzej problemy. Również i o tym należy pamiętać jeśli chcemy zachować niezależność w sferze analizowanych zjawisk mających miejsce na globalnym rynku gazu ziemnego¹⁴⁵.

¹⁴⁵ P. Churski, R. Perdał, A. Borowczak, *Zróźnicowania rozwojowe na poziomie lokalnym a absorpcja środków polityki spójności – wyzwania krajowej polityki rozwoju, Przyszłość wolności. Wymiar krajowy – regionalny – międzynarodowy*, Kraków 2014, s. 279–316.

4.1. Europejski rynek gazu ziemnego: stan obecny, zagrożenia, wyzwania

W latach 2005–2023 polska zrealizowała szereg inwestycji, które otrzymały wsparcie ze strony Unii Europejskiej. Dotyczyły one różnych segmentów rynku energetycznego. Związane też były z politykami energetycznymi prowadzonymi przez instytucje Unii Europejskiej. Te ostatnie tożsame były z celem strategicznym, którym dla państw Wspólnoty jest przejście z gospodarki opartej na węglowodorach na gospodarkę neutralną klimatycznie. W tym też celu rozpoczęto proces dekarbonizacji, który obecnie w sektorze węgla kamiennego dobiega końca (z wyłączeniem strony polskiej oraz w niewielkim stopniu czeskiej), zaś produkcja nadal utrzymywana jest w sektorze węgla brunatnego. Wynika to z faktu wykorzystywania tego surowca do produkcji energii elektrycznej na terenie wschodnich landów Republiki Federalnej Niemiec. Gaz ziemny ma być w procesie transformacji europejskiego sektora energetycznego paliwem pomostowym. Stąd też UE przykładła istotną wagę do kwestii bezpieczeństwa energetycznego, starając się prowadzić – choć z różnym skutkiem – w miarę spójną politykę bezpieczeństwa energetycznego. Za brak tej ostatniej odpowiadają interesy narodowe, które często stoją w sprzeczności z założeniami, za którymi opowiada się większość krajów członkowskich. Nie bez znaczenia było też stanowisko Republiki Federalnej Niemiec, związanej w nieformalnym sojuszu gazowym z Federacją Rosyjską. Próba budowy hubu gazowego na terenie Republiki Federalnej Niemiec, mająca na celu stworzenie w północnej części tego państwa punktu redystrybucji relatywnie taniego rosyjskiego surowca, przyniosłaby za sobą wzmocnienie pozycji tego państwa, jako kluczowego dostawcy na obszarze Unii Europejskiej. Władze niemieckie nie musiałyby również korzystać z dostaw amerykańskich, przez co ich zależność od USA byłaby zdecydowanie mniejsza, niż ma to miejsce obecnie. Miałoby to niezwykle istotne znaczenie z budową pozycji mocarstwa o charakterze globalnym, w czym obecność amerykańska – w tym wojskowa – stała na przeszkodzie. Rosyjska agresja na Ukrainę oraz wcześniejszy nacisk na państwo niemieckie, wywierany przez stronę amerykańską przekreśliło, tak definiowany przez Berlin scenariusz. W ramach generowanej niemiecko–rosyjskim sojuszem energetycznym rzeczywistości, strona polska zajmowała stanowisko co najmniej niechętnie wobec władz niemieckich, starając się przy wykorzystaniu środków z Unii Europejskiej budować własną, niezależną od Republiki Federalnej Niemiec, a nawet

stojącą w kontrze do niemieckich założeń politykę bezpieczeństwa energetycznego¹⁴⁶. Przykładem tak zarysowanej koncepcji była budowa gazoportu w Świnoujściu oraz omijającego Republikę Federalną Niemiec gazociąg Baltic Pipe. Inne inwestycje pozostawały zbieżne ze strategią realizowaną przez państwa członkowskie Unii Europejskiej, w tym budowa interkonektorów oraz magazynów gazu ziemnego. Również w obszarze prawa energetycznego Unii Europejskiej zaszło wiele istotnych zmian, których ostrze wymierzone było w rosyjskiego dostawcę, ograniczając jego możliwości przesyłowe, a w szczególności wpływając na kierunek transportu surowca. Celem nadrzędnym było ograniczenie przesyłu gazu ziemnego instalacją North Stream 2. Budowa północnego obejścia pozwoliłaby na zrezygnowanie z kłopotliwego dla Federacji Rosyjskiej tranzytu surowca poprzez Ukrainę oraz Polskę. Zresztą również i w samej Republice Federalnej Niemiec pojawiały się negatywne zdania co do wykorzystania gazociągu North Stream 2, jako politycznego narzędzia wpływu w rękach rosyjskich elit politycznych. Dał temu wyraz dyrektor fundacji im. Konrada Adenauera Stephan Raabe: „[...] Rurociąg pod wieloma względami pozostaje w wyraźnej sprzeczności z interesem polskim: Polska straci na znaczeniu jako kraj tranzytowy rosyjskiego gazu do Europy Zachodniej. Gazociąg Nord Stream udaremni realizację alternatywnych projektów Jamał II i rurociągu Amber. Jednocześnie Polska nie spodziewa się żadnych korzyści ekonomicznych z tytułu realizowanego projektu, gdyż jako kraj nie uczestniczy w tej transakcji. Co więcej, konflikt z Rosją mógłby wpłynąć negatywnie na bezpieczeństwo energetyczne Polski”¹⁴⁷. Zagrożenie marginalizacją w ramach Unii Europejskiej lub wężiej europejskiego sektora energetycznego było realne. Szczególnie iż Federacja Rosyjska nie chciała poprzestać li tylko na budowie Korytarza Północnego.

Dopełnieniem strategii energetycznej Federacji Rosyjskiej było, przy wsparciu republiki tureckiej, rozbudowanie Turkish Stream w kierunku europejskim, o kolejne nitki rurociągu, których docelowa przepustowość miała osiągnąć 32 mld m³ surowca rocznie. Należy przy tym jednak pamiętać, iż jedynie połowa z deklarowanej przez stronę turecką przepustowości

¹⁴⁶ J. Barcz, K. Ruchniewicz, *Akt symboliczny. Świadczenia z Niemiec dla ofiar zbrodni nazistowskich w Polsce. Formuła „pragmatyczna” w świetle porozumień z lat 1991 i 2000*, Centrum Studiów Niemieckich i Europejskich im. Willy’ego Brandta Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2022, s. 69–80.

¹⁴⁷https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=299bdc2e-0921-7c22-b92cd1ba138febbb&groupId=252038, s. 25 [dostęp: 21.04.2024].

instalacji mogła być przekierowana na rynek europejski co zresztą stało się faktem i ma miejsce również obecnie¹⁴⁸.

Mapa 12. Przebieg rurociągu North Stream 1 i 2



Źródło: <https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/wplywaja-brudy-w-sprawie-nord-stream-tak-zalatwianopozwolenie/t8b6vm6> [dostęp: 6.03.2024].

Obecna przepustowość North Stream 1 wynosi 55 mld m³. Rurociąg ma długość 1222 kilometry. W związku z tym, że systemem rurociągów „przyjaźń” przebiegających przez terytorium Ukrainy przesyłano rocznie od 60 mld m³ do 80 mld m³ surowca, Federacja Rosyjska, która nigdy nie pogodziła się z suwerennością Ukrainy, celem realizacji swoich strategicznych planów wasalizacji państwa ukraińskiego zmuszona była dokończyć budowę północnego obejścia poprzez budowę North Stream 2. Naciski ze strony szeregu państw UE, zwłaszcza państw członkowskich z Europy Środkowo-Wschodniej, na czele z Polską, wymusiły na instytucjach wspólnotowych działania na rzecz demopolizacji handlu gazem ziemnym na obszarze Europy. Nowe prawo energetyczne Unii Europejskiej zakładało ograniczenie w użytkowaniu linii przesyłowych znajdujących się na obszarze Wspólnoty. Niewielki, ponad stukilometrowy fragment North Stream 2 według przyjętych kryteriów miał podlegać prawu UE, a więc jego 50% przepustowości byłoby zarezerwowane dla

¹⁴⁸ A. Olech, *Turcja wybiera energię z Rosji. Jak zareaguje na to Sojusz?*, Komentarz OZW, Warszawa 2022, nr 24, s. 4–6.

wszystkich państw tworzących Wspólnotę. Rosjanie, mimo przeszkód – w tym sankcji ze strony USA, które wskutek rozwoju przemysłu produkcji gazu łupkowego uzyskały możliwość eksportu surowca na dochodowy rynek UE – kontynuowali budowę za wszelką cenę starając się ją dokończyć. Było to o tyle istotne, iż realizacja projektu zapewniała możliwość utrzymania hegemonistycznej pozycji na europejskim rynku gazu ziemnego. Wszystko to działo się w obliczu pojawiających się rys na tejże pozycji, spowodowanych choćby wycofywaniem się części państw Europy Środkowo Wschodnie z zawartych z Federacją Rosyjską wieloletnich kontraktów na dostawy surowca¹⁴⁹. W końcu, pomimo licznych przeszkód, w tym technicznych utrudniających ułożenie podwodnej instalacji, jak również finansowych związanych z ubezpieczeniem inwestycji – udało się doprowadzić projekt do przysłowiowego końca¹⁵⁰. Piętrzyły się jednak problemy z ubezpieczeniem rurociągu, jak również przesyłu surowca. Reasumując polityka bezpieczeństwa energetycznego UE, przy jednoczesnej słabnącej pozycji Republiki Federalnej Niemiec na kontynencie spowodowała, iż rosyjska inwestycja w North Stream 2, w przypadku możliwości wypełnienia gazem w zakładanych normami prawa unijnego 50% instalacji, stałaby się nie dochodowa¹⁵¹. Tak definiowana europejska polityka bezpieczeństwa energetycznego przyczyniła się do ochłodzenia relacji z Federacją Rosyjską i była jedną z przyczyn agresji rosyjskiej na Ukrainę. Federacja Rosyjska dostrzegła bowiem, iż tylko kwestią czasu jest utrata europejskiego rynku węglowodorów. Władze rosyjskie postanowiły zredefiniować swoją politykę i postawić wszystko na przysłowiową jedną kartę, wybierając jako docelowy kierunek transferów surowców energetycznych, w tym gazu ziemnego Azję¹⁵². Mimo wprowadzonych sankcji tak definiowana strategia okazała się nad wyraz skuteczna, co świadczy o słabnącej roli gospodarek europejskich w globalnym gospodarczym krwioobieganiu oraz stabilnej sytuacji w tym obszarze gospodarki rosyjskiej, co jeszcze w pierwszych miesiącach agresji tego państwa na Ukrainę wydawało się wręcz

¹⁴⁹ J. Misiągiewicz, *Gazociąg Nord Stream 2 – wyzwaniem dla bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej*, Facta Simonidis, Warszawa 2019, s. 115–132.

¹⁵⁰ M. Czop, *Analiza technologicznych parametrów instalacji do wstępnego przetwarzania odpadów tworzyw sztucznych, Studium przypadku*, „Przemysł Chemiczny” 2020, nr 1, s. 43–46.

¹⁵¹ Y. Kashyirin, P. Narloch, T. Skrzyński, *Bezpieczeństwo energetyczne UE i Ukrainy w obliczu agresji ze strony Rosji*, „Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis”, Kraków 2023, s. 77–93.

¹⁵² O. Zakrzewska, *Bezpieczeństwo energetyczne w stosunkach Rosja – Unia Europejska w kontekście współzależności eksportowo-importowych*, „Kwartalnik Kolegium Ekonomiczno-Społecznego, Studia i Prace”, Warszawa 2014, s. 153–171.

nieprawdopodobne¹⁵³. W przypadku rynku gazu ziemnego polityka bezpieczeństwa energetycznego Federacji Rosyjskiej zakończyła się połowicznym sukcesem. Federacja Rosyjska w dużym stopniu straciła rynek europejski, uzyskując za to możliwość przesyłu surowca na rynki azjatyckie, w tym zwłaszcza do ChRL. Z tym jednak zastrzeżeniem, iż dopiero w 2028 roku, będzie można zniwelować do 75% straty poniesione w wolumenie ilości dostarczanego dotychczas na rynek europejski surowca. Ostatnim akordem w politycznej grze o wpływy na europejskim rynku gazu ziemnego okazał się akt terroryzmu gospodarczego wymierzony w rosyjski system przesyłu gazu ziemnego North Stream 1. W wyniku przeprowadzonej operacji specjalnej rurociąg został w dwóch miejscach wysadzony w powietrze. Wśród hipotetycznych sprawców wymienia się USA, Polskę oraz Ukrainę. Nie można wykluczyć, iż wszystkie z trzech państw były zaangażowane w operację. Miała ona jednak charakter symboliczny, bowiem w wyniku decyzji władz rosyjskich gaz z tego kierunku instalacją nie był już dostarczany, zaś ewentualna naprawa zniszczeń zajęłaby wykwalifikowanej firmie prowadzącej prace podwodne około miesiąca. Nie ma jednak ani woli kontynuacji współpracy, ani też takiej możliwości. Czy jednak w przyszłości temat North Stream 2 z powrotem nie stanie się fundamentem współpracy na linii Moskwa – Berlin – tego wykluczyć nie można. Warunkiem takiej współpracy są jednak zmiany polityczne, do których musiałoby dojść zarówno w Federacji Rosyjskiej, jak również w USA. Wiele w tym przypadku zależy od amerykańskich wyborów jesienią 2024 roku¹⁵⁴.

Nie ulega wątpliwości, iż wpływ strony polskiej na politykę bezpieczeństwa energetycznego UE był w tym obszarze dosyć istotny, choć w początkowym okresie wiele wskazywało na to, iż tak nie będzie. Wpływ ten jednak, co trzeba gwoli sprawiedliwości naukowej zauważyć, był mocno destrukcyjny. Problemy, które nawarstwiły się po rezygnacji z odbioru rosyjskiego surowca, okazały się poważne i trudno oczekiwać, aby w przyszłości mogły być rozwiązane bez zmiany strategii całej UE w obszarze polityki wspólnych zakupów surowca, do czego strona polska wydaje się nieprzygotowana oraz co tutaj ukrywać – niechętna¹⁵⁵. Poniższa tabela w ujęciu syntetycznym wskazuje na główne, zdaniem autorki dysertacji przyczyny, które wpłynęły na reorientację rosyjskiej polityki bezpieczeństwa

¹⁵³ M. Rosińska-Bukowska, *Wpływ sankcji ekonomicznych na handel międzynarodowy – analiza zmian w wymianie handlowej UE–Rosja*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania w Warszawie” 2015, nr 41, t. 1, s. 183–196.

¹⁵⁴ M. Ruszel, *Ocena bezpieczeństwa dostaw gazu ziemnego do Polski – stan obecny i perspektywa do 2025 r.*, „Polityka Energetyczna–Energy Policy Journal” 2017, nr 20, s. 5–22.

¹⁵⁵ M. Ruszel, *Rola Unii Europejskiej w kształtowaniu bezpieczeństwa energetycznego Polski, Polska w Unii Europejskiej. Bilans dekady*, Warszawa 2013, s. 272–293.

energetycznego, w tym zwłaszcza w obszarze eksportu gazu ziemnego postrzegane przez pryzmat dylematów i wyzwań Unii Europejskiej.

Tabela 25. Przyczyny zmiany polityki bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej wobec Federacji Rosyjskiej

Przyczyna	Możliwość poszerzenia wpływów na politykę bezpieczeństwa energetycznego państw członkowskich
Przyczyna	Otworzenie możliwości importu gazu ziemnego z amerykańskich pokładów łupkowych
Przyczyna	Presja strony amerykańskiej na partnerów europejskich celem wypchnięcia Federacji Rosyjskiej z europejskiego rynku węgłowodorów a tym samym osiągnięcia zysków ekonomicznych oraz politycznych w postaci umocnienia swojej hegemonicznej roli w sferze bezpieczeństwa
Przyczyna	Imperialna polityka Federacji Rosyjskiej
Przyczyna	Wdrażanie kolejnych filarów polityki neutralnej klimatycznie co jest związane z zapowiedzianym odchodzeniem od gazu ziemnego jako podstawowego czynnika w produkcji energii elektrycznej oraz ciepłej
Przyczyna	Obawy przed możliwością utraty rynków Europy Środkowo Wschodniej ze strony Republiki Federalnej Niemiec
Przyczyna	Protesty ekologów
Przyczyna	Strategia Zachodu (NATO, UE) rozszerzenia politycznej, ekonomicznej strefy wpływów o Ukrainę

Źródło: opracowanie własne na podstawie: M. Nowacki, S. Gędko, Sz. Polak, M. Ruszel i R. Zajdler, *Wspólny rynek gazu w Unii Europejskiej*, RAMBLER, Warszawa 2015, s. 69–130.

4.2. Projekty polskiego sektora gazu ziemnego o zasięgu strategicznym realizowane we współpracy z instytucjami Unii Europejskiej

Największym z dotychczasowych projektów zrealizowanych przez polskie władze we współpracy z Unią Europejską jest budowa rurociągu „Baltic Pipe”. Projekt ten zyskał na znaczeniu w obliczu zaostrzającej się konfrontacji na linii Wschód – Zachód, który ze względu na geopolityczne położenie naszego państwa ogniskował uwagę zarówno elit, jak i społeczeństwa. Zrealizowana z końcem 2022 roku inwestycja zapewnia możliwość przesyłania surowca bezpośrednio z norweskich złóż, będących własnością strony polskiej, uzupełnionych o norweskie aktywa gazowe na rynek polski oraz duński. W tym ostatnim przypadku ilości dostarczanego surowca są na razie niewielkie (1,5 mld m³ rocznie) co wiąże się z kontynuacją produkcji ze złóż duńskich¹⁵⁶. Stało się to możliwe wskutek zastosowania nowoczesnych technologii umożliwiających eksploatację surowca ze złóż uznawanych dotąd za czerpane¹⁶⁴. Istnieje przy tym również możliwość transferu nadwyżek pozyskanego w ramach wykorzystania „Baltic Pipe” surowca również do odbiorców w sąsiednich krajach Europy Środkowo – Wschodniej, a przy wykorzystaniu istniejącej sieci interkonektorów również w inne europejskie regiony. Problemem przy tym pozostaje cena za surowiec oraz koszty transportu i dalszej redystrybucji surowca. Projekt „Baltic Pipe” wprowadza możliwość przesyłania gazu w obie strony, umożliwiając dostarczanie gazu z Polski do Danii¹⁵⁷.

Zaangażowanie ze strony UE w realizację projektu „Baltic Pipe” należało, biorąc za punkt wyjściowy poniesione nakłady finansowe, do najwyższych w historii – realizowanych we współpracy z instytucjami wspólnotowymi – inwestycji w sektor energetyczny. Łącznie w ramach kolejnych transz finansowych przekazano stronie polskiej 266 mln euro, czyli ponad 1,1 mld złotych. Wyraźnie więc widać, iż kraje wchodzące w skład Wspólnoty uznały projekt „Baltic Pipe” za priorytetowy, a więc mający fundamentalne znaczenie dla

¹⁵⁶ B. Sawicki, *PGNiG ujawnia kontrakty na gaz z Norwegii przez Baltic Pipe. Wkrótce inauguracja*, Rzeczpospolita 2022, <https://energia.rp.pl/gaz/art37125871-pgnig-ujawnia-kontrakty-na-gaz-z-norwegii-przez-baltic-pipe-wkrotce-inauguracja> [dostęp: 18.04.2024]. ¹⁶⁴ R. Zięba, *Wstęp do teorii polityki zagranicznej państwa*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Warszawa 2004, s. 40–60.

¹⁵⁷ W. Dolega, *Ocena krajowego technicznego poziomu bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej. Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej. Zagrożenia dla bezpieczeństwa energetycznego Polski i UE*, Warszawa 2023, s. 65–80.

bezpieczeństwa energetycznego nie tylko Polski, ale również do pewnego stopnia Europy ŚrodkowoWschodniej. Projekt budowy gazociągu leżał w interesie Danii, której złoża gazowe uległy poważnemu wyczerpaniu i który to kraj staje się powoli importerem surowca. Szanse na zmianę tego stanu rzeczy wydają się być niewielkie. Niewątpliwie również i ten argument za realizacją projektu znalazł uznanie u decydentów politycznych realizujących cele i zadania polityki bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej¹⁵⁸.

Środki finansowe przyznane na rzecz realizacji projektu „Baltic Pipe” przez Unię Europejską należą do tych z kategorii priorytetowych, sprzyjających osiągnięciu założeń strategii energetycznej UE, skoncentrowanej na amplifikacji niezależności energetycznej, integracji rynków czy też w końcu – propagowaniu zrównoważonego rozwoju. Z perspektywy analizy strategicznej, finansowe wsparcie projektu „Baltic Pipe” przez Unię Europejską jest manifestacją percepcji konieczności ewolucji w kierunku kreowania zintegrowanej, bezpiecznej i konkurencyjnej architektury dostaw energii, zdolnej do reagowania na wyzwania powiązane z napięciami geopolitycznymi oraz z pryncypiami transformacji energetycznej. W kontekście licznych debat o bezpieczeństwie energetycznym, przedsięwzięcia takie jak „Baltic Pipe” postrzegane są jako kluczowe komponenty w procesie formułowania europejskiej polityki bezpieczeństwa energetycznego, która uwzględnia nie tylko aspekty techniczne i ekonomiczne, ale również – nie mniej ważne – geopolityczne oraz ekologiczne. Strategiczne imperatywy stojące za projektem na rzecz wzrostu bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej wykraczają poza jego zdolność do dywersyfikacji źródeł dostaw gazu, akcentując również jego rolę w intensyfikacji współpracy międzynarodowej i regionalnej, promocji zrównoważonego rozwoju oraz przyspieszeniu przejścia na technologie energetyczne o obniżonym śladzie węglowym. Warto przy tym jednak podkreślić, iż mimo że jedna z najwyższych w historii sum finansowych przyznanych na realizację projektu „Baltic Pipe” nie jest jednak przypadkiem jednostkowym, lecz udanie – zdaniem autorki – wpisuje się w szerszą strategię Unii Europejskiej dotyczącą wspierania planów modernizacji i rozbudowy infrastruktury krytycznej. Stanowi to kluczowe znaczenie dla realizacji celów polityki bezpieczeństwa energetycznego¹⁵⁹. Warto zauważyć, że fundusze europejskie są alokowane poprzez

¹⁵⁸ W. Hebda, *Gazociąg Północ-Południe oraz rozwój sektora gazowego realną szansą dla zrównoważonego rozwoju Polski, Zrównoważony rozwój*, Warszawa 2015, s. 31–41. ¹⁶⁷ P. Chmielarz, *Analiza bezpieczeństwa...*, *op. cit.*, s. 197–206.

¹⁵⁹ K. Tomaszewski, *Bezpieczeństwo energetyczne państwa, Trzy wymiary współczesnego bezpieczeństwa*, ELIPSA Publishing House, Warszawa 2019, s. 202–219.

różnorodne instrumenty finansowe, takie jak Instrument Łączące Europę (CEF), które mają na celu stymulację inwestycji w kluczową infrastrukturę energetyczną, transportową i cyfrową. Projekt „Baltic Pipe”, dzięki swojemu strategicznemu znaczeniu oraz potencjałowi wpływu na bezpieczeństwo energetyczne, zyskał priorytetowe traktowanie i znaczące wsparcie finansowe, co podkreśla jego ważność w kontekście europejskich aspiracji energetycznych.

Zaangażowanie finansowe Unii Europejskiej w projekt „Baltic Pipe” jest odzwierciedleniem jego strategicznego znaczenia dla unijnej polityki bezpieczeństwa energetycznego. Inwestycja ta, będąca częścią szerokiej strategii dywersyfikacji i zabezpieczenia dostaw energii, odgrywa kluczową rolę w dążeniu do zwiększenia niezależności energetycznej, czy też wzmocnienia konkurencyjności rynku¹⁶⁰.

Operator systemu przesyłowego gazu w Danii, Energinet, był odpowiedzialny za realizację trzech początkowych etapów projektu na obszarze duńskim, natomiast GAZSYSTEM – wypełniał zadania z zakresu nadzoru nad budową podmorskiej części gazociągu, który przebiegał pomiędzy Danią a Polską po dnie Morza Bałtyckiego. Ta sama firma była również odpowiedzialna za rozbudowę systemu przesyłowego gazu ziemnego w Polsce. W kontekście trasy i lokalizacji projektu inwestycja rozpoczyna swoją trasę przesyłową z obszaru Morza Północnego, gdzie integruje się z gazociągiem Europipe II, umożliwiając dostęp do norweskich złóż gazu. Następnie, poprzez wybudowaną infrastrukturę na terytorium Danii oraz pod dnem Morza Bałtyckiego, gazociąg jest powiązany z polskim systemem przesyłowym. Inwestycja została objęta wsparciem finansowym ze środków Unii Europejskiej w ramach programu Connecting Europe Facility (CEF). W styczniu 2019 roku Komisja Europejska przekazała operatorowi GAZ-SYSTEM dotację na prace budowlane, która wyniosła blisko 215 mln euro (umowa dotycząca wsparcia finansowego została podpisana 15 kwietnia 2019 roku). W latach 2017 i 2018 projekt otrzymał wsparcie finansowe na realizację prac przygotowawczych w wysokości ponad 33,1 mln euro oraz prace przedinwestycyjne w wysokości 18,3 mln euro. Kwota ta obejmuje środki przyznane zarówno GAZ-SYSTEM, jak i ENERGINET, gdzie do GAZ-SYSTEM trafiło prawie 28,4 mln euro. Co więcej, w ramach konkursu w 2015 roku, projekt zdobył dofinansowanie w wysokości niemal 400 tys. euro na przeprowadzenie studium

¹⁶⁰ R. Solecki, R. Kobis, *Wpływ funduszy europejskich na rozwój przedsiębiorczości... – rola Małopolskiego Centrum Przedsiębiorczości w wykorzystaniu funduszy europejskich w województwie małopolskim*. Przedsiębiorczość – Edukacja, Warszawa 2023, s. 4–6.

wykonalności. Łączna suma unijnego wsparcia finansowego dla projektu Baltic Pipe wyniosła ponad 266 mln euro, z czego prawie 243,5 mln euro trafiło do GAZ-SYSTEM¹⁶¹.

Poniżej przedstawiono mapę przebiegu trasy gazociągu Baltic Pipe oraz schemat z wyszczególnieniem korzyści płynących z realizacji projektu zarówno z polskiego punktu widzenia, jak również z szerszej, europejskiej perspektywy.

Mapa 13. Mapa Projektu Baltic Pipe



Źródło: <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkow-ue/baltic-pipe.html> [dostęp: 9.02.2024].

¹⁶¹ Nearly € 215 mln of the European Union financial assistance for the Baltic Pipe construction works, <https://www.gaz-system.pl/en/for-media/press-releases/archives/nearly-215-mln-of-the-european-union-financial-assistance-for-the-baltic-pipe-construction-works.html> [dostęp: 18.04.2024].

KORZYŚCI Z REALIZACJI PROJEKTU BALTIC PIPE



BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE

- › Dywersyfikacja źródeł i kierunków zaopatrzenia
- › Zmniejszenie ryzyka zakłóceń w dostawach



ROZWÓJ RYNKU GAZU

- › Zwiększenie konkurencyjności między dostawcami
- › Nowe możliwości handlowe



WIĘKSZA DOSTĘPNOŚĆ GAZU

- › Niższe taryfy przesyłowe
- › Cenowe korzyści dla odbiorców końcowych



OCHRONA ŚRODOWISKA

- › Redukcja emisji CO₂
- › Wsparcie integracji odnawialnych źródeł energii

Źródło: <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkowue/baltic-pipe.html> [dostęp: 9.02.2024].

Projekt Baltic Pipe to nie tylko sam rurociąg i towarzysząca tej inwestycji infrastruktura w postaci stacji redukcyjnych gazu, tłoczni. To pewien system połączeń oraz dopełniająca tenże infrastruktura mierzona w skali kraju. Baltic Pipe składa się z pięciu głównych komponentów, które to obejmują:

1. Gazociąg wysokiego ciśnienia przebiegający po dnie Morza Północnego, o ciśnieniu roboczym w zakresie od 8,5 MPa do 11 MPa oraz długości mieszczącej się w przedziale 105–110 km. Ta część inwestycji została zrealizowana przez duńskiego operatora systemu przesyłowego gazu ziemnego firmę Energinet. Inwestycja została już zakończona, a jej przebieg oraz lokalizacja obejmują połączenie gazociągu z istniejącą europejską infrastrukturą przesyłową poprzez rurociąg Europipe II. Zapewnia to korzystny dostęp do gazu ze złóż norweskich. Tak zwane wyjście gazociągu na ląd miało miejsce na zachodnim wybrzeżu Danii, w rejonie Blåbjerg.

2. Rozwinięcie duńskiego systemu przesyłowego obejmuje elementy takie jak gazociąg wysokiego ciśnienia o następujących parametrach: średnica instalacji 900 i 1000 mm, ciśnienie robocze w zakresie od 5 MPa do 8 MPa, całkowita długość 210–230 km. Również i w tym przypadku odpowiedzialnym za realizację tego

projektu była firma Energinet. Oceniając kryteria merytoryczne projektu należy podkreślić, iż zakładał on odpowiednią do ściśle określonych potrzeb rozbudowę oraz dostosowanie tegoż do istniejących gazociągów, aby zapewnić wystarczającą przepustowość dla transportu większych ilości gazu. Ponadto, w ramach tej inwestycji, wykonano – podobnie jak w przypadku Polski – dodatkowo około 200 km nowych gazociągów na obszarze Danii. Koniecznym stała się m.in. budowa gazociągu od plaży – w pobliżu Blåbjerg aż do Nybro, czy też terminalu odbiorczego w samym Nybro. Wykonano również gazociąg pomocniczy z Egtved do Little Belt; gazociąg przechodzący przez cieśninę Little Belt; gazociąg z Little Belt do Nyborg (przez Fyn); oraz niewielki odcinek gazociągu na wyspie Zealand, od Kongsmark aż do połączenia z odcinkiem podmorskim na Morzu Bałtyckim. Notabene w tym ostatnim przypadku doszło do poważnych kontrowersji co do możliwości ukończenia inwestycji ze względu na protesty ekologów. W efekcie udało się wyciszyć spór oraz zawrzeć kompromisowe porozumienie, co umożliwiło dokończenie tej części inwestycji. Istniały przy tym obawy o możliwość dotrzymania terminu odbioru całego rurociągu Baltic Pipe. Na szczęście jednak wykonawcy zdążyli i inwestycja ta okazała się kluczowa w obliczu działań wojennych i politycznych prowadzonych przez Federację Rosyjską, nie tylko wobec Ukrainy, ale również szeroko definiowanego Zachodu, którego jesteśmy częścią.

3. Tłocznia gazu w Danii o przewidywanej powierzchni 20 ha oraz ciśnieniu w przedziale 5–12 MPa. W myśl projektu pełni ona funkcję sprężania gazu ziemnego, co umożliwia dwukierunkowy przesył gazu między Danią a Polską. Właścicielem tłoczni jest Energinet, odpowiedzialny zarówno za jej projektowanie i budowę, jak i za dwukierunkowy przesył gazu. Budowa tłoczni była współfinansowana ze środków GAZ-SYSTEM, a cała inwestycja została zrealizowana. Obiekt został umiejscowiony w pobliżu wybrzeża Morza Bałtyckiego na wyspie Zealand, z uwagi na wymogi techniczne.

4. Gazociąg na dnie Morza Bałtyckiego, będący rurociągiem wysokiego ciśnienia, mający średnicę 900 mm oraz długość wynoszącą 275 km, składa się z połączonych ze sobą (zespawanych) odcinków rur, każda o znormalizowanej długości 12,2 m. Rurociąg został ułożony na dnie morza. Połączenie części morskiej i lądowej gazociągu, określane jest w specjalistycznej nomenklaturze jako „pierwszy suchy spaw”. Jest on zarazem punktem rozgraniczenia pomiędzy odcinkiem

biegnącym po dnie akwenu bałtyckiego a wyjściem na ląd. Technologia, w której wykonano element łączący nazywana jest mikrotunelowaniem, od sposobu wyprowadzenia położonego na dnie morskim rurociągu, poprzez odpowiednio sprofilowaną betonową obudowę na część lądową.

5. Projekt Baltic Pipe przewiduje również, co zostało wspomniane we wcześniejszej części pracy, rozbudowę polskiego systemu przesyłowego gazu ziemnego. W ramach polskiego systemu przesyłowego wyodrębniamy 230–280 km rurociągu o średnicy 900 i 1000 mm, czyli co naturalne – odpowiadającej specyfikacji duńskiej części projektu. Według przyjętych parametrów rurociąg ma ciśnienie robocze na poziomie 8.4 MPa oraz 15 MPa, co jest warunkowane koniecznością tłoczenia większych lub mniejszych ilości surowca. W ramach inwestycji, obejmującej polski odcinek odpowiedzialności, wskazano konieczność modernizacji trzech tłoczni gazu ziemnego celem podniesienia możliwości tłoczenia oraz zwiększenia bezpieczeństwa pracy instalacji towarzyszących zgodnie z polskim prawem energetycznym, które w ramach implementacji uwzględnia również obowiązujące w tym zakresie unormowania prawne UE. Gazociąg podmorski kończy swój bieg w okolicy miejscowości Niechorze i Pogorzelica (znana wypoczynkowa gmina Rewal).

Zastosowanie analogicznych do tych z duńskiego odcinka rozwiązań zasadniczo nie powoduje zbytnej ingerencji w środowisko naturalne. Firmą odpowiadającą za polski odcinek Baltic Pipe jest GAZ-SYSTEM. Dotyczy to zarówno fazy projektowej, budowy instalacji oraz modernizacji i koniecznej rozbudowy infrastruktury gazowej.

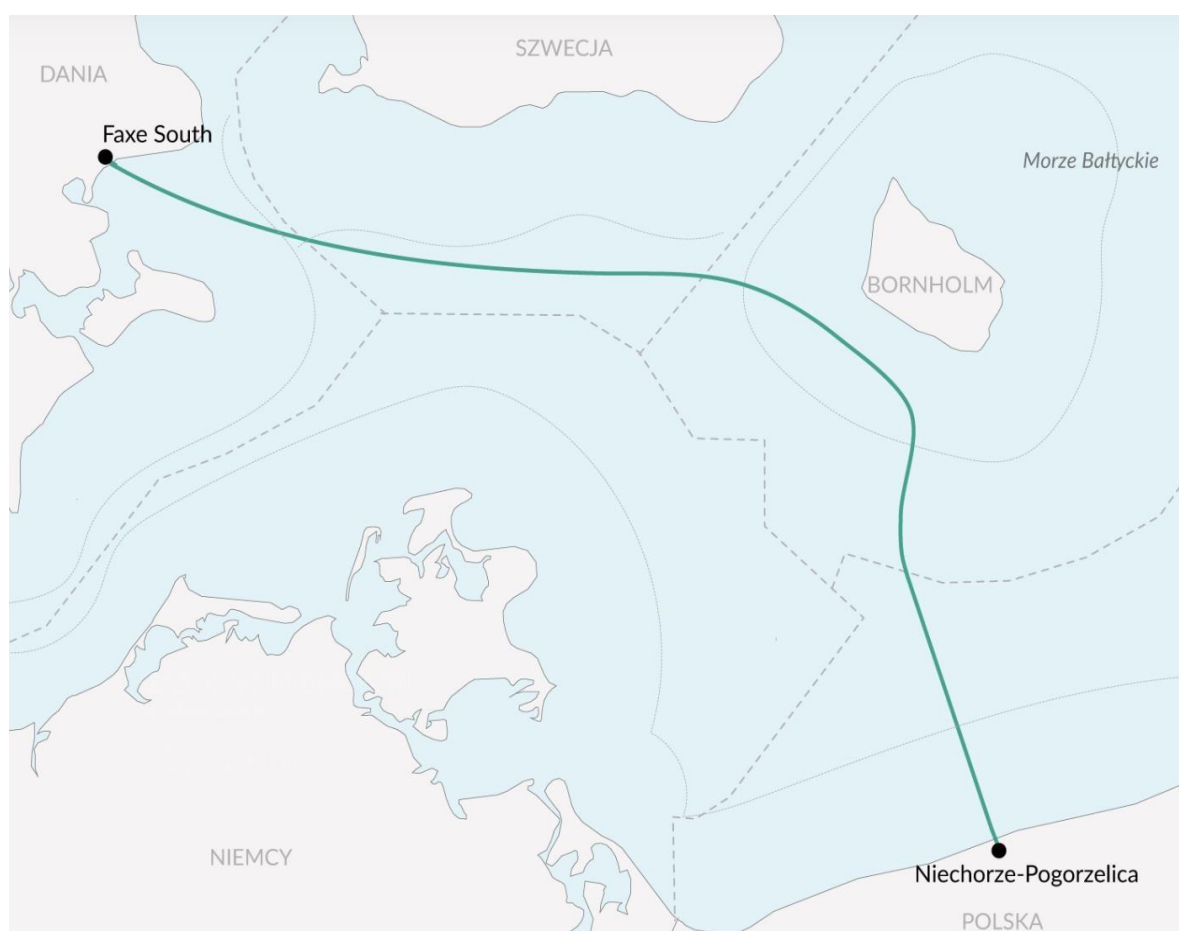
W następnej kolejności, po wykonaniu wszystkich zadań uwzględnionych w projekcie, GAZ-SYSTEM odpowiedzialny będzie za techniczną stronę eksploatacji rurociągu¹⁶².

Inną instalacją finansowaną przez UE jest Gazociąg łączący gazociąg podmorski z Krajowym Systemem Przesyłowym o wysokim ciśnieniu, o średnicach 900 i 1000 mm oraz ciśnieniu roboczym 8,4 MPa, łączący gazociąg podmorski z Krajowym Systemem Przesyłowym, który został zakończony. Inwestycja o długości około 41 km została

¹⁶² *The Baltic Pipe: a subsea pipeline to transport natural gas under the North Sea*, https://cinea.ec.europa.eu/featured-projects/baltic-pipe-subsea-pipeline-transport-natural-gas-under-north-sea_en [dostęp: 18.04.2024].

zrealizowana na terenie województwa zachodniopomorskiego. Trasa gazociągu, biegnąca od pierwszej spiny łączącej gazociąg podmorski z gazociągiem lądowym do Zespołu Zaworowego w Niechorzu (o długości około 90 m), następnie przez odcinek gazociągu DN 900 z Niechorza do Terminala Odbiorczego w Konarzewie (o długości około 4,5 km), obejmuje również Terminal Odbiorczy w miejscowości Konarzewo. Kolejny odcinek gazociągu DN 1000, prowadzący od Terminala Odbiorczego do Węzła Przesyłu Gazu w Płotach (o długości około 36,5 km) z przebudową Węzła Przesyłu Gazu w Płotach, stanowi kluczowy element tej kompleksowej inwestycji¹⁶³.

Mapa 14. Przebieg gazociągu odcinek duńsko - polski



Źródło: <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkowue/baltic-pipe/gazociag-na-dnie-morza-baltyckiego.html> [dostęp: 9.02.2024].

¹⁶³ Gaz-system, *Gazociąg Niechorze-Płoty, Realizowany w ramach projektu Baltic Pipe*, https://www.gazsystem.pl/fileadmin/pliki/inwestycje/ulotki/Niechorze-Płoty-ulotka_fin.pdf [dostęp: 9.02.2024].

Mapa 15. Gazociąg łączący gazociąg podmorski z Krajowym Systemem Przesyłowym



Źródło: <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkowue/baltic-pipe/rozbudowa-polskiego-systemu-przesylowego/gazociag-laczacy.html> [dostęp: 9.02.2024].

Biorąc pod uwagę przyjęte założenia projektu Baltic Pipe, w tym opisanych powyżej, a związanych bezpośrednio z inwestycją instalacji wraz z przynależną infrastrukturą w Goleniowie, Odolanowie oraz Gustorzynie, wyłania się nam spójny obraz kompleksowej strategii, która ma na celu daleko idące zwiększenie potencjału energetycznego naszego państwa. Dodać przy tym warto, iż znaczące jest rozwinięcie celów i założeń projektu, które koncentrują się już nie tylko na samej dywersyfikacji źródeł, jak również kierunków dostaw „błękitnego paliwa”.

Tabela 26. Tłocznie gazu zrealizowane w ramach projektu rozwoju krajowego systemu gazownictwa

Tłocznia gazu w Goleniowie
Rozbudowa przyczyniła się do osiągnięcia mocy 30 MW, zrealizowana została w dwóch etapach: początkowo osiągnięto moc 25 MW, dzięki wykorzystaniu dwóch sprężarek o mocy 10 MW każda oraz jednej o mocy 5 MW, co stanowiło I Etap projektu w ramach inicjatywy Baltic Pipe.
II Etap rozbudowy o mocy dodatkowych 5 MW, zwiększył możliwości przesyłowe tłoczni, co ma bezpośredni wpływ na efektywność i bezpieczeństwo systemu gazowego w regionie. Z kolei tłocznia gazu w Gustorzynie, po zakończeniu rozbudowy, prezentuje moc wynoszącą 20 MW, z perspektywą rozszerzenia do 30 MW.
Inwestycja ta, obejmująca budowę nowej tłoczni oraz rozbudowę istniejącej infrastruktury, jest kluczowym elementem w kontekście planowanego zwiększenia dostaw gazu z kierunku północnego, jak również stanowi znaczący komponent projektu gazowego połączenia międzysystemowego Polska–Litwa (GIPL).
Tłocznia w Odolanowie, której rozbudowa pozwoliła na osiągnięcie mocy 50 MW, podzielonej na etapy (30 MW w I etapie i 20 MW w II etapie).

Źródło: opracowanie własne.

Rozbudowa infrastruktury towarzyszącej kluczowym inwestycjom umożliwia realizację kilku istotnych dla polityki bezpieczeństwa energetycznego zadań. Wśród nich na uwagę zasługują: umożliwienie dokonania przyłączy gazowych, zwiększenie możliwości tłoczenia surowca z alternatywnych kierunków pozyskiwania gazu ziemnego, poprzez sieć połączeń międzysystemowych. Mając odpowiednią bazę w postaci wysoce wydajnych tłoczni gazu uzyskujemy możliwość realizacji zadań w obszarze polityki solidarnościowej UE¹⁶⁴.

¹⁶⁴ M. Ruszel, *Infrastruktura energetyczna Polski filarem bezpieczeństwa energetycznego i konkurencyjności gospodarki. Ku przyszłości. O Polsce za 25 lat*, Warszawa 2015, s. 91–114.

Mapa 16. Lokalizacja infrastruktury towarzyszącej projektowi Baltic Pipe



Źródło: <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkowue/baltic-pipe/rozbudowa-polskiego-systemu-przesylowego/goleniow-lwowek.html> [dostęp: 9.02.2024].

Kolejnymi projektami umożliwiającymi poprawę bezpieczeństwa energetycznego, współfinansowanymi przez Unię Europejską w ramach koncepcji strategicznej rozbudowy infrastruktury krajowej na potrzeby projektu Baltic Pipe, jest budowa lokalnych gazociągów Hermanowice – Strachocin oraz Tworóg – Tworzeń. W pierwszym przypadku uzyskujemy dostęp do słabo zagospodarowanej w obszarze obrotu gazem ziemnym ściany wschodniej. Krańcowy punkt zdawczo-odbiorczy w Hermanowicach umożliwia lokalnym społecznościom wykorzystanie powstałej infrastruktury do dokonania przyłączy gazowych. Wpływa to pozytywnie na poprawę zaopatrzenia w surowiec, umożliwia realizację planów rozbudowy infrastruktury przemysłowej, jak również poszerzenie wachlarza możliwości relatywnie słabej sfery usług. Kluczowym i zarazem będącym ambitnym celem projektu jest

stworzenie fundamentów pod współpracę z partnerem ukraińskim. W przyszłości po hipotetycznej rozbudowie ukraińskiej infrastruktury po naszej wschodniej stronie granicy, głównie w obrębie regionu Lwowskiego oraz Tarnopolskiego, uzyskujemy korzystny dla naszego systemu magazynowania gazu ziemnego dostęp do sieci największych magazynów surowca na obszarze całej Europy. Powstaje również możliwość, w przypadku uzyskania zgody ze strony ukraińskiej przy jednoczesnej modernizacji istniejących w tej części Ukrainy sieci gazowej, stworzenia wspólnego systemu połączeń infrastrukturalnych, przez który surowiec mógłby trafiać zarówno na Ukrainę, jak również w przypadku zwiększenia produkcji „błękitnego paliwa” przez ukraiński sektor wydobywczy do polskiego odbiorcy. Poniższe schematy, przedstawiające przebieg planowanych inwestycji, w sposób wyraźny akcentują rodzące się w obszarze wzajemnych relacji energetycznych możliwości. Niestety należy również wspomnieć o ograniczeniach wynikających z polsko–ukraińskiej rywalizacji gospodarczej w szeregu jej segmentów. Po zakończeniu działań wojennych na Ukrainie może powstać sytuacja, które uniemożliwi realizację ambitnych celów, zaś istniejące międzysystemowe połączenia dalej będą miały wymiar lokalny lub, gdy Ukraina w przyszłości stanie się członkiem UE, zostaną wykorzystane do realizacji ukraińskich celów polityki bezpieczeństwa energetycznego nie zawsze zgodnych ze strategią rozwoju sektora gazowego nakreślonej przez polskich decydentów¹⁶⁵.

Mapa 17. Trasa gazociągu między Hermanowicami a Strachociną



¹⁶⁵ A. Podraza, *Bezpieczeństwo energetyczne Polski w kontekście neoimperialnej polityki Rosji oraz współpracy europejskiej i transatlantyckiej: Polska jako hub gazowy*, *Sprawy Międzynarodowe*, Warszawa 2020, t. 73, s. 135–161.

Źródło: <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkowue/korytarz-polnoc-poludnie/hermanowice-strachocina.html> (dostęp: 9.02.2024).

Podobne cele przyświecają drugiej inwestycji realizowanej w ramach szerszej koncepcji rozbudowy systemu lokalnych połączeń gazowych co wpisuje się w strategię przygotowania sektora energetycznego w jego gazowej części na możliwości, które niesie za sobą pozyskiwanie surowca z instalacji Baltic Pipe jak również terminali LNG. Przebieg planowanej inwestycji umożliwia – poprzez obydwie krańcowe miejsca rozpoczęcia i zakończenia tej lokalnej inwestycji – zaopatrzenie w surowiec na zasadzie solidarności energetycznej coraz częściej przywoływanej przez decydentów UE w przypadku miejscowości Tworów z Republiką Federalną Niemiec, zaś w przypadku miejscowości Tworzeń z Republiką Czeską. Za realizacją inwestycji przemawiają również założenia techniczne projektu, w tym duża średnica systemu rur wchodzących w skład rurociągu wynoszącą 1000 mm oraz przewidywane parametry w postaci ciśnienia roboczego na poziomie 8,4 MPa. Umożliwia to wydajne tłoczenie surowca na przebiegu całej trasy mającej 55,2 km. W przyszłości, po modernizacji interkonektorów z Republiką Czeską oraz Republiką Federalną Niemiec, dotyczyć to będzie również i tych kierunków przesyłu „błękitnego paliwa”¹⁶⁶. Zresztą zwiększenie możliwości rewersu gazowego leży w interesie wszystkich stron tego rodzaju projektów. Wpisuje się w sposób udany w koncepcję polityki bezpieczeństwa energetycznego realizowaną zarówno z punktu widzenia strony polskiej, jak i szerzej – europejskiego rynku gazu ziemnego¹⁶⁷. Należy przy tym również zwrócić uwagę na fundamentalne znaczenie zrealizowanej w marcu 2021 roku inwestycji w kontekście strategicznych dążeń Polski do optymalizacji krajowej infrastruktury przesyłowej gazu ziemnego.

¹⁶⁶ *Korytarz Północ Południe, Tworog – Tworzeń*, <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcieue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkow-ue/korytarz-polnoc-poludnie/tworog-tworzen.html> [dostęp: 7.03.2024].

¹⁶⁷ *Gaz system rozpoczyna budowę gazociągu Tworog Tworzeń*, <https://www.cire.pl/artykuly/serwisinformacyjny-cire-24/135056-gaz-system-rozpoczyna-budowe-gazociagu-tworog-tworzen> [dostęp: 7.03.2024].

Mapa 18. Mapa Tworóg – Tworzeń



Źródło: <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkowue/korytarz-polnoc-poludnie/tworog-tworzen.html> [dostęp: 9.02.2024].

Mapa 19. Mapa Tworóg – Kędzierzyn-Koźle



Źródło: <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkowue/korytarz-polnoc-poludnie/tworog-kedzierzyn-kozle.html> [dostęp: 9.02.2024].

Podobne cele przyświecają lokalnej inwestycji połączenia gazowego Tworóg – Kędzierzyn-Koźle. Tożsame z przedstawionymi już w powyższej części tekstu rozprawy doktorskiej są również parametry techniczne: średnica rurociągu wynosząca 1000 mm, ciśnienie robocze ustalone na poziomie 8,4 MPa, przy łącznej całkowitej długości trasy wynoszącej 43,4 km. Odbiór końcowy przeprowadzony został w październiku 2020 roku¹⁶⁸.

Mapa 20. Lwówek – Odolanów



Źródło: <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkowue/korytarz-polnoc-poludnie/lwówek-odolanów.html> [dostęp: 9.02.2024].

Kolejny projekt rozwoju sieci lokalnej, przewidujący możliwość realizacji zadań w szerszym, międzynarodowym zakresie, stanowi połączenie Lwówek – Odolanów. Lwówek w przyjętej koncepcji modernizacji i rozbudowy sieci krajowej, w oparciu o pozyskane z Unii

¹⁶⁸ *Korytarz północ południe*, <https://www.gaz-system.pl/pl/dla-mediow/komunikatyprasowe/archiwum/gazociag-tworog-kedzierzyn-kozle-z-pozwoleniem-na-budowe.html> [dostęp: 7.03.2024].

Europejskiej środki finansowe, stanowi kluczowy lokalny hub gazowy w zachodniej części naszego państwa. Gazociąg, podobnie jak w przypadku wcześniej analizowanych w rozprawie lokalnych inwestycji, ma analogiczne parametry techniczne przy jednocześnie większej długości trasy przebiegu rurociągu wynoszącej 168 km. Ów gazociąg został oddany do eksploatacji w 2019 roku. Stanowił on dopełnienie pierwszego etapu rozwoju lokalnej sieci gazowej. Pierwszy z etapów, do której odniosłam się we wcześniejszej części pracy, obejmował budowę odcinka łączącego kluczowe, systemowe węzły redystrybucji surowca w miejscowościach Lwówek, Kotowo i Krobia. Na uwagę zasługuje również fakt słabego, jak dotąd, zagospodarowania obszarów przygranicznych (dotyczy to również wschodniej części naszego państwa) w obszarze przesyłu gazu ziemnego. Projekt ten umożliwi wypełnienie istniejącej luki w systemie oraz wymogi logistyczne i środowiskowe związane z realizacją przedsięwzięcia na tak szeroką skalę. Finansowanie przedsięwzięcia, będącego przedmiotem niniejszej analizy, odbyło się przy znaczącym wsparciu finansowym ze strony środków krajowych oraz funduszy Unii Europejskiej, co podkreśla zrozumienie i uznanie strategicznej wartości projektu dla zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego oraz integracji rynku gazu ziemnego na poziomie europejskim¹⁶⁹.

Mapa 21. Czeszów – Kielczów



Źródło: <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesyloy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkowue/korytarz-polnoc-poludnie/czeszow-kielczow.html> [dostęp: 9.02.2024].

¹⁶⁹ W. Grządzielski, *Rola sieci gazowej w transformacji energetycznej. Rynek Energii*, Warszawa 2021, s. 3–7.

Projekt gazociągu łączącego Czeszów z Kielczowem, charakteryzujący się parametrami takimi jak średnica wynosząca 1000 mm, ciśnienie robocze ustalone na poziomie 8,4 MPa oraz całkowita długość trasy około 33 km, jest przykładem znaczącej inwestycji w infrastrukturę przesyłową gazu ziemnego w Polsce¹⁷⁰. Zakończenie realizacji tego przedsięwzięcia i oddanie gazociągu do eksploatacji w roku 2018 stanowią istotny wkład w zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego oraz efektywności systemu gazowego na terenie województwa dolnośląskiego. Inicjacja fazy projektowej miała miejsce w roku 2015 i zakończyła się uzyskaniem decyzji o pozwoleniu na budowę, co świadczy o skrupulatnym przygotowaniu oraz przemyślanej koncepcji realizacji projektu, zgodnie z obowiązującymi normami prawnymi oraz technicznymi. Lokalizacja gazociągu, przebiegająca przez tereny gmin Zawonia i Długołęka, została wybrana w oparciu o strategiczną analizę, mając na uwadze optymalizację trasy przesyłowej oraz minimalizację potencjalnego wpływu na środowisko naturalne czy lokalne społeczności. W odniesieniu do finansowania projekt ten został zrealizowany dzięki środkom pochodzącym zarówno z budżetu krajowego, jak i wsparciu finansowemu ze strony Unii Europejskiej, co podkreśla jego strategiczne znaczenie dla rozwoju infrastruktury energetycznej w Polsce oraz wspiera realizację celów Unii w zakresie bezpieczeństwa energetycznego i integracji rynku energetycznego. Inwestycja ta, jako element szerszego planu rozbudowy i modernizacji krajowej infrastruktury gazowej, wpisuje się w długoterminową strategię dywersyfikacji źródeł dostaw oraz zwiększenia niezawodności systemu przesyłowego gazu ziemnego. Realizacja gazociągu Czeszów–Kielczów jest przykładem efektywnego wykorzystania środków finansowych w celu zaspokojenia rosnących potrzeb energetycznych kraju, przy jednoczesnym przestrzeganiu najwyższych standardów środowiskowych i technicznych. Projekt ten znacząco przyczynia się do wzmocnienia bezpieczeństwa energetycznego regionu dolnośląskiego, a także Polski, poprzez zapewnienie stabilności dostaw oraz efektywności systemu gazowego, stanowiąc tym samym ważny krok w kierunku osiągnięcia niezależności energetycznej i zrównoważonego rozwoju.

¹⁷⁰ *Korytarz północ południe*,
<https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycjezrealizowane-ze-srodkow-ue/korytarz-polnoc-poludnie/czeszow-kielczow.html> [dostęp: 9.02.2024].

Mapa 22. Czeszów – Wierzchowice



Źródło: <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkowue/korytarz-polnoc-poludnie/czeszow-wierzchowice.html> [dostęp: 9.02.2024].

Projekt gazociągu łączącego Czeszów z Wierzchowicami, charakteryzuje się podobnymi do poprzednich inwestycji parametrami technicznymi – średnicą wynoszącą 1000 mm, ciśnieniem roboczym 8,4 MPa oraz całkowitą długością trasy blisko 14 kilometrów. Stanowi on istotny element w dążeniu do zwiększenia efektywności oraz bezpieczeństwa systemu przesyłowego gazu ziemnego w Polsce¹⁷¹. Inwestycja została oddana do użytku w roku 2017, po zakończeniu fazy projektowej i uzyskaniu niezbędnych pozwoleń w roku 2015. Świadczy o strategicznym planowaniu oraz realizacji działań mających na celu wzmocnienie infrastruktury energetycznej kraju. Lokalizacja gazociągu, przebiegająca się przez tereny województwa dolnośląskiego, w obrębie gmin Zawonia i Krośnice, została wybrana w oparciu o analizę techniczną i środowiskową, aby zapewnić optymalne warunki dla przesyłu gazu przy jednoczesnym minimalizowaniu potencjalnego

¹⁷¹ Korytarz północ południe, <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkow-ue/korytarz-polnoc-poludnie/czeszow-wierzchowice.html> [dostęp: 9.02.2024]. ¹⁸¹ A. Chmielewski, *Bezpieczeństwo energetyczne państwa. Geopolityczne uwarunkowania*, Wydawnictwo M.M., Warszawa 2009, s. 10.

wpływu na środowisko naturalne oraz lokalne społeczności. W kontekście finansowania projekt ten odzwierciedla synergiczną współpracę między środkami krajowymi a wsparciem finansowym Unii Europejskiej, co podkreśla znaczenie tego przedsięwzięcia w kontekście realizacji celów energetycznych Polski oraz całej Unii. Wsparcie ze strony europejskich funduszy, być może w ramach Mechanizmu Łączącego Europę (Connecting Europe Facility – CEF) lub innych programów wspierających rozwój infrastruktury krytycznej, podkreśla strategiczne znaczenie projektu dla zwiększenia niezawodności dostaw i dywersyfikacji źródeł gazu ziemnego w Europie. Realizacja tego gazociągu wpisuje się w szerszy kontekst polityki energetycznej – zarówno na poziomie krajowym, jak i unijnym – dążącej do zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego poprzez rozbudowę oraz modernizację infrastruktury przesyłowej. Poprzez zapewnienie dodatkowej trasy przesyłowej, projekt ten przyczynia się do wzmocnienia elastyczności systemu gazowego, umożliwiając lepszą adaptację do zmieniających się warunków rynkowych i potencjalnych zakłóceń w dostawach. Budowa gazociągu Czeszów–Wierchowice stanowi ważny krok w kierunku zapewnienia stabilności i bezpieczeństwa energetycznego w regionie, a także przyczynia się do realizacji szerszych celów Unii Europejskiej w zakresie integracji rynków energetycznych oraz promowania zrównoważonego rozwoju. Jego skuteczna realizacja jest świadectwem efektywnego planowania i zarządzania projektami infrastrukturalnymi o kluczowym znaczeniu dla przyszłości energetycznej Polski i Europy.

Mapa 23. Strachocina – Pogórska Wola



Źródło: <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkowue/korytarz-polnoc-poludnie/strachocina-pogorska-wola.html> [dostęp: 9.02.2024].

Rozpatrując zagadnienie rozwoju infrastruktury energetycznej w kontekście krajowym, nie można pominąć projektu inwestycyjnego, jakim jest realizacja wspomnianego gazociągu wysokiego ciśnienia, porównana z poprzednimi realizowanymi inwestycjami o znaczeniu lokalnym parametrami, w której długość trasy gazociągu wynosi 97 km¹⁷². Zakończona w roku 2021 konstrukcja tejże infrastruktury przesyłowej, przebiegającej przez obszar województw podkarpackiego i małopolskiego oraz przecinającej tereny takich gmin, jak: Sanok, Zarszyn, Haczów, Krosno, Korczyna, Krościenko Wyżne, Wojaszówka, Frysztak, Kołaczyce, Brzostek, Jodłowa, Pilzno oraz Skrzyszów, stanowi świadectwo dobrze przemyślanego i wykonanego studium inwestycyjnego. Kluczowym aspektem realizacji tego przedsięwzięcia jest jego struktura finansowania, która odzwierciedla zaangażowanie zarówno środków krajowych, jak i wsparcie finansowe ze strony Unii Europejskiej. Projekt, zrealizowany dzięki połączeniu środków krajowych i wsparcia unijnego, stanowi przykład efektywnego wykorzystania zasobów finansowych w celu osiągnięcia celów strategicznych, zarówno na poziomie narodowym, jak i europejskim. Realizacja tego gazociągu wpisuje się w kontynuację działań mających na celu zwiększenie niezależności energetycznej Polski, poprzez dywersyfikację źródeł i kierunków dostaw surowców energetycznych, a tym samym wzmacnia pozycję kraju na mapie europejskiej infrastruktury energetycznej. Rurociąg łączący województwa podkarpackie i małopolskie jest wyrazem przemyślanej polityki energetycznej, która za pośrednictwem strategicznego planowania i efektywnego wykorzystania dostępnych środków finansowych, zmierza do wzmocnienia bezpieczeństwa i niezawodności systemu energetycznego Polski. Jest to projekt o znaczącym impakcie, zarówno z perspektywy technicznej, jak i strategicznej, który zasługuje na szczegółową analizę w kontekście badań nad rozwojem infrastruktury energetycznej w regionie¹⁷³.

¹⁷² <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkowue/korytarz-polnoc-poludnie/zdzieszowice-wroclaw.html> [dostęp: 7.02.2024].

¹⁷³ J. Czaputowicz, *Bezpieczeństwo międzynarodowe. Współczesne koncepcje*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012, s. 91.

Mapa 24. Tłocznia gazu Kędzierzyn



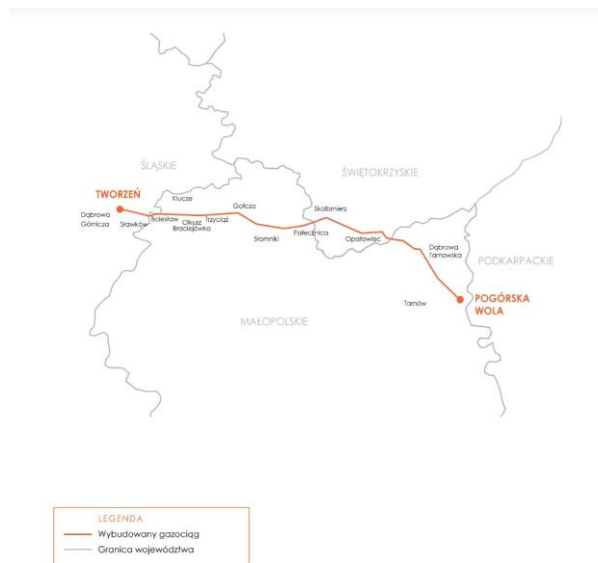
Źródło: <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkowue/korytarz-polnoc-poludnie/tlocznia-gazu-kedzierzyn.html> [dostęp: 9.02.2024].

Projekt inwestycyjny tłoczni gazu w Kędzierzynie, który został zakończony w marcu 2022 roku¹⁷⁴, reprezentuje ciekawą inicjatywę w ramach polskiego sektora energetycznego. Została ona zrealizowana na obszarze województwa opolskiego. Instalacja ta, wyposażona w trzy agregaty sprężarkowe z napędem turbinowym gazowym, dysponująca łączną mocą 23 MW, z potencjałem rozbudowy do sześciu jednostek i maksymalnej mocy 69 MW, jest wyrazem zaawansowania technologicznego oraz adaptacyjności infrastruktury energetycznej do dynamicznie zmieniających się warunków eksploatacji oraz potrzeb rynku. W kontekście finansowania, projekt ten stanowi przykład efektywnej alokacji środków zarówno z poziomu krajowego, jak i wsparcia unijnego, podkreślając strategiczne znaczenie rozbudowy oraz modernizacji infrastruktury gazowej dla bezpieczeństwa energetycznego Polski, jak i całej Unii Europejskiej. Inwestycja w tłocznię gazu w Kędzierzynie, będąca elementem szerszej strategii dywersyfikacji źródeł dostaw i kierunków przesyłu gazu, skorzystała z funduszy

¹⁷⁴ *Korytarz północ południe*, <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycjezrealizowane-ze-srodkow-ue/korytarz-polnoc-poludnie/tlocznia-gazu-kedzierzyn.html> [dostęp: 7.03.2024].

dedykowanych rozwojowi infrastruktury krytycznej, takich jak Mechanizmu Łączącego Europę (CEF) oraz wsparcia ze strony innych instrumentów finansowych o znaczeniu strategicznym¹⁷⁵. Możliwość wielokierunkowego sprężania gazu do zadanego ciśnienia w kierunkach zachodnim, południowym i wschodnim czyni tę inwestycję unikalną, nie tylko w skali województwa, ale i kraju, otwierając nowe perspektywy w zakresie operacyjności i elastyczności krajowego systemu gazowego. Z punktu widzenia strategicznego, tłocznia w Kędzierzynie znacząco przyczynia się do wzrostu niezawodności dostaw, umożliwiając bardziej efektywne zarządzanie przepływami gazu, co ma kluczowe znaczenie w kontekście zapewnienia stabilności energetycznej Polski. Realizacja projektu tłoczni gazu w Kędzierzynie jest wyrazem dalekowzrocznej polityki energetycznej, opartej na zaawansowanych technologiach i skutecznej kooperacji finansowej na poziomie krajowym i unijnym. Projekt ten, poprzez swoje techniczne i operacyjne możliwości, stanowi istotny element w procesie umacniania niezależności energetycznej oraz bezpieczeństwa energetycznego Polski, demonstrując jednocześnie skuteczne wykorzystanie europejskich środków inwestycyjnych na rzecz strategicznych celów energetycznych kraju.

Mapa 25. Przebieg gazociągu Pogórska Wola – Tworzeń



Źródło: <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkowue/korytarz-polnoc-poludnie/pogorska-wola-tworzen.html> [dostęp: 9.02.2024].

¹⁷⁵ *Bezpieczeństwo Paliwowe Polski*, <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/bezpieczenstwo-paliwowe-polski-wcieniu-fuzji-naftowych-gigantow.html?fbclid=IwAR18rJCIPMejtZ8R6tWY0zr9eBKziz2HhV17ebZdQEboTH7eBFPo4NjrjQ> [dostęp: 9.02.2024].

Finalizacja budowy gazociągu łączącego Pogórką Wolę z Tworzeniem, którego oficjalny odbiór końcowy odbył się w dwóch etapach – dla Odcinków I i II w listopadzie 2021 roku oraz dla Odcinka III w lipcu 2022 roku, stanowiła istotny krok w kierunku zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego oraz operacyjnej efektywności systemu przesyłowego gazu ziemnego w Polsce¹⁷⁶. Gazociąg ten przebiega przez województwa małopolskie, świętokrzyskie i śląskie. Instalacja składała się z trzech kluczowych odcinków: Pogórska Wola – Pałecznicza (około 78 km), Pałecznicza – Braciejówka (około 56 km) oraz Braciejówka – Tworzeń (około 34 km). Warto podkreślić, że gazociąg ten jest integralną częścią szerszego planu rozbudowy polskiej sieci przesyłowej, mającego na celu dywersyfikację źródeł dostaw oraz zwiększenie niezawodności systemu gazowego w Polsce. W kontekście finansowania projekt budowy gazociągu z Pogórskiej Woli do Tworzenia odzwierciedla efektywne wykorzystanie środków krajowych oraz potencjalnie wsparcie ze strony Unii Europejskiej, co podkreśla znaczenie tej inwestycji dla realizacji strategicznych celów energetycznych Polski i Unii. Realizacja tej inwestycji, wspierana przez środki krajowe oraz unijne, stanowi istotny element w procesie budowania zintegrowanego, niezawodnego i elastycznego systemu przesyłowego gazu ziemnego w Polsce¹⁷⁷. Innym problemem Polskiego sektora energetycznego jest szukanie odpowiednich środków, mogących być wykorzystanych w modernizacji, rozbudowie, budowie, nowych magazynów gazu ziemnego. Celem tak definiowanego procesu jest nie tylko zwiększenie objętości magazynowej przechowanego surowca, ale również wprowadzenie nowych technologii pomocnych w zarządzaniu potencjałem magazynowym.

W obliczu nieuchronności kryzysów energetycznych problematyka magazynowania gazu ziemnego zyskuje na znaczeniu, szczególnie w kontekście dramatycznych wydarzeń na scenie międzynarodowej, zwłaszcza konfliktu na Ukrainie. Skutkuje to rosnącym zainteresowaniem tym tematem zarówno mediów, jak i opinii publicznej w Europie. Na pierwszym planie polityki bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej stoi podstawowy imperatyw wyrażający się w zdaniu – „Magazynuj lub ponieś konsekwencje”. Wynika to bezpośrednio z przepisów prawa Unii Europejskiej, które, choć obowiązujące już

¹⁷⁶ *Pogórska Wola – Tworzeń*, <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycjezrealizowane-ze-srodkow-ue/korytarz-polnoc-poludnie/pogorska-wola-tworzen.html> [dostęp: 9.02.2024].

¹⁷⁷ *GAZ-SYSTEM zakończył budowę gazociągu Baltic Pipe*, <https://www.gaz-system.pl/pl/dlamedio/komunikaty-prasowe/2022/wrzesen/27-09-2022-gaz-system-zakonczył-budowe-gazociagu-balticpipe.html> [dostęp: 9.02.2024].

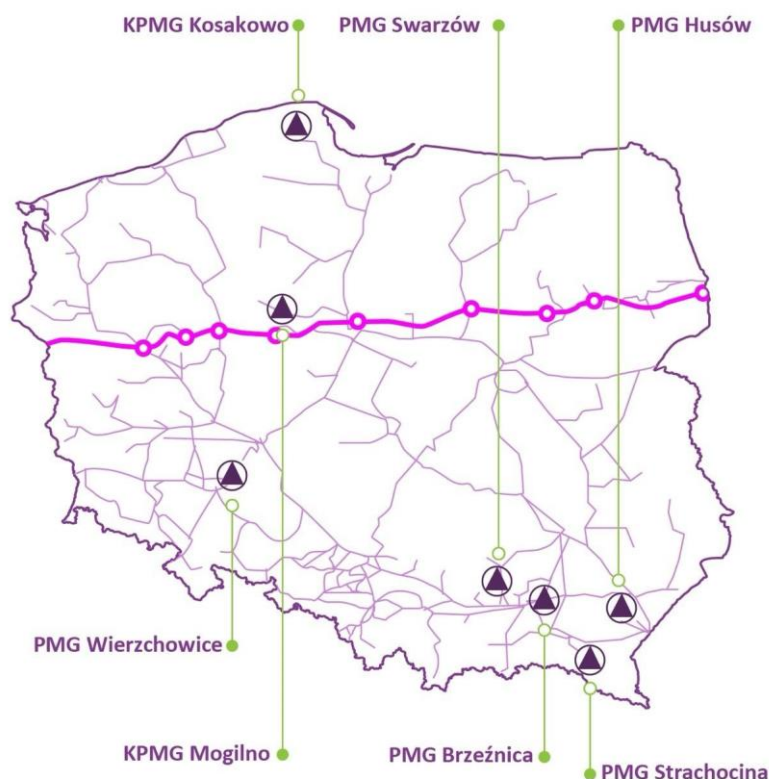
przed lutym 2022 roku, nabrały szczególnego wymiaru w obliczu aktualnych wyzwań politycznogospodarczych. Normy te, zaktualizowane w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2022/1032 z dnia 29 czerwca 2022 roku, obligują państwa członkowskie do utrzymania odpowiedniego poziomu zapasów gazu ziemnego, zapewniając ich napełnienie do co najmniej 80% przed zimą 2022/2023 i do 90% w kolejnych latach¹⁸⁸.

Warto przy tym zaznaczyć, iż Polska również wywiązuje się z nałożonych obowiązków, stosując się do zarówno europejskich, jak i krajowych regulacji prawnych, mających na celu zabezpieczenie kraju przed ewentualnym zagrożeniem bezpieczeństwa paliwowego. *Ustawa z dnia 16 lutego 2007 roku o zapasach ropy naftowej, produktów naftowych i gazu ziemnego* wskazuje na obowiązek utrzymania przez przedsiębiorstwa energetyczne oraz importujące podmioty, odpowiednich zapasów gazu ziemnego, co stanowi istotny element narodowej strategii bezpieczeństwa energetycznego. Polska dysponuje siecią podziemnych magazynów gazu wysokometanowego, które rozproszone są strategicznie w różnych regionach kraju, zarządzane przez Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo (PGNiG). Aktualna pojemność tych magazynów, sięgająca około 3,328 mld metrów sześciennych, umożliwi pokrycie prawie 17% rocznego zapotrzebowania Polski na ten surowiec, co stanowi ważny bufor w przypadku zwiększonego zapotrzebowania czy potencjalnych zakłóceń w dostawach. Magazyny te, podzielone na kawernowe i złożowe, pełnią różnorodne funkcje w systemie gazowym kraju, zapewniając elastyczność operacyjną oraz możliwość szybkiego reagowania na zmieniające się warunki rynkowe. Wskutek tego Polska wzmacnia swoją pozycję w kontekście bezpieczeństwa energetycznego na tle Europy, dążąc jednocześnie do dywersyfikacji źródeł dostaw oraz rozwijania infrastruktury magazynowej. W obecnym klimacie geopolitycznym i gospodarczym, gdzie niepewność co do stabilności dostaw gazu jest wyraźnie odczuwalna, rola i znaczenie magazynów gazu w Polsce na szczeblu Unii Europejskiej staje się coraz bardziej znacząca. Tak rozumiana dynamika procesów politycznych i gospodarczych w obszarze magazynowania gazu ziemnego, definiowania zarówno przez pryzmat krajowy, jak i w szerszym – europejskim, staje się kluczowa dla dalszego wzmacniania niezawodności bezpieczeństwa energetycznego oraz stabilności rynków surowcowych. Warto podkreślić, że magazynowanie gazu ziemnego nie tylko zapewnia elastyczność w przypadku nagłych fluktuacji podaży i popytu, ale także odgrywa istotną rolę w stabilizacji cen energii. Koncepcja magazynowania surowców energetycznych, w tym gazu ziemnego, opiera się na zasadzie zapewnienia odpowiedniej rezerwy strategicznej, która może być w razie potrzeby uruchomiona, aby zrównoważyć

rynkowe napięcia i minimalizować negatywne skutki dla gospodarki. Polska, jako aktywny uczestnik europejskiego rynku energetycznego, nie tylko dba o własne interesy bezpieczeństwa energetycznego, ale także angażuje się w inicjatywy mające na celu wspieranie spójności energetycznej w ramach Unii Europejskiej. Współpraca na szczeblu międzynarodowym staje się coraz bardziej istotna, zwłaszcza w kontekście zmieniającej się sytuacji geopolitycznej oraz rosnących wyzwań związanych z klimatem i środowiskiem. W perspektywie długoterminowej, rozwój infrastruktury magazynowej gazu ziemnego może stanowić kluczowy element transformacji energetycznej, prowadzącej do większej niezależności energetycznej oraz zrównoważonego rozwoju. Inwestycje w nowoczesne technologie magazynowania, w tym również technologie związane z magazynowaniem wodoru czy innych alternatywnych nośników energii, mogą przyczynić się do stworzenia bardziej efektywnego i elastycznego systemu energetycznego, odpornego na różnorodne czynniki zewnętrzne. W obliczu rosnących wyzwań związanych ze zmianami klimatycznymi oraz ograniczonymi zasobami energetycznymi, kontynuowanie działań mających na celu zwiększenie efektywności i bezpieczeństwa magazynowania gazu ziemnego staje się imperatywem zarówno dla poszczególnych państw, jak i dla całej Unii Europejskiej. Długofalowa strategia oparta na zrównoważonym wykorzystaniu zasobów energetycznych oraz promowaniu innowacyjnych rozwiązań technologicznych może przyczynić się do stworzenia bardziej stabilnego i konkurencyjnego rynku energii, z korzyścią dla wszystkich jego uczestników¹⁷⁸.

¹⁷⁸ <https://duon.pl/lepiejgaz/strategiczne-zapasy-gazu-w-polsce-podziemne-magazyny-to-podstawa/> [dostęp: 21.04.2024].

Mapa 26. Magazynu gazu w Rzeczypospolitej



Źródło: <https://duon.pl/lepiejngaz/strategiczne-zapasy-gazu-w-polsce-podziemne-magazyny-to-podstawa/> [dostęp: 6.03.2024].

4.3. Gaz ziemny jako paliwo pomostowe na drodze do realizacji celu neutralności klimatycznej

Gaz ziemny, jako paliwo pomostowe, odgrywa kluczową rolę w kontekście przekształceń energetycznych, wprowadzając innowacyjne podejścia do zrównoważonej przyszłości. W obliczu wyzwań związanych z ograniczaniem emisji gazów cieplarnianych oraz poszukiwaniem alternatyw dla tradycyjnych źródeł energii gaz ziemny stanowi istotny element transformacji sektora energetycznego. Główną cechą wyróżniającą gaz ziemny, jako paliwo pomostowe, jest jego znacznie niższa emisja dwutlenku węgla w porównaniu do konwencjonalnych paliw kopalnych. Proces spalania gazu ziemnego generuje istotnie mniejszą ilość gazów cieplarnianych, co wpisuje się w globalne dążenia do ograniczenia wpływu działalności człowieka na zmiany klimatu. Ta właściwość czyni gaz ziemny atrakcyjnym wyborem dla regionów pragnących zredukować ślady węglowe. Wprowadzenie

gazu ziemnego jako paliwa pomostowego wiąże się także z łatwością adaptacji istniejącej infrastruktury energetycznej. Obecne systemy przesyłowe i magazynowe, wykorzystywane do transportu i przechowywania gazu, mogą być efektywnie wykorzystane, minimalizując potrzebę znacznych inwestycji w nowe struktury. To elastyczne podejście umożliwia szybsze wdrożenie oraz dostosowanie do zmieniających się potrzeb rynku. Gaz ziemny pełni także rolę wspierającą dla odnawialnych źródeł energii. Jego cechy, takie jak elastyczność wytwarzania, umożliwiają efektywną integrację z energią odnawialną, która może być zmienna w zależności od warunków atmosferycznych. To partnerstwo pozwala utrzymać stabilność dostaw energii, nawet gdy odnawialne źródła są niestabilne¹⁷⁹.

Niezwykle istotne jest także to, że gaz ziemny stanowi alternatywę dla bardziej zanieczyszczających paliw kopalnych, takich jak węgiel czy ropa naftowa. Jego wykorzystanie w sektorach, gdzie trudno jest zrezygnować z tradycyjnych źródeł energii, może przyczynić się do poprawy jakości powietrza i zdrowia publicznego. Jednakże, pomimo korzyści płynących z wykorzystania gazu ziemnego, jako paliwa pomostowego, długofalowe cele zrównoważonego rozwoju wymagają bardziej zdecydowanego przechodzenia na ekologiczne źródła energii. Inwestycje w odnawialne technologie, rozwój magazynowania energii oraz popularyzacja świadomych wzorców konsumenckich stają się kluczowymi elementami kształtującymi przyszłość energetyki. Gaz ziemny, jako paliwo pomostowe, pełni przy tym istotną funkcję w dynamicznie ewoluującym sektorze energetycznym. Cechy gazu sprawiają, że jest on atrakcyjnym wyborem w procesie transformacji, umożliwiając płynne przejście od tradycyjnych źródeł energii ku bardziej zrównoważonym i ekologicznym alternatywom. Jednakże długoterminowy sukces tej transformacji zależy od równoczesnego rozwoju innowacyjnych technologii odnawialnych i zmiany paradygmatów konsumenckich. Transformacja energetyczna, skupiona wokół wykorzystania gazu ziemnego jako paliwa pomostowego, stanowi kompleksowy proces ukierunkowany na zmianę systemu energetycznego w kierunku bardziej zrównoważonej oraz efektywnej ekologicznie przyszłości¹⁸⁰.

W niniejszym kontekście warto podkreślić kilka kluczowych aspektów związanych z omawianym paliwem pomostowym. Gaz ziemny znany jest ze znacznie niższej emisji dwutlenku węgla w porównaniu do tradycyjnych paliw kopalnych, co czyni go katalizatorem

¹⁷⁹ H. Kaproń, A. Wasilewski, *Gaz ziemny paliwem XXI wieku*, Lublin 2012, s. 30.

¹⁸⁰ T. Łoś-Nowak, *Stosunki międzynarodowe. Teorie, systemy, uczestnicy*, Wrocław 2000, s. 30.

dla redukcji emisji gazów cieplarnianych. Jego spalanie generuje mniej zanieczyszczeń powietrza, co wpływa pozytywnie na jakość atmosfery i zdrowie publiczne, pełniąc jednocześnie rolę stabilizatora dla redukcji emisji gazów cieplarnianych. Jako paliwo pomostowe, gaz ziemny doskonale współpracuje z odnawialnymi źródłami energii, co sprawia, że system energetyczny staje się bardziej elastyczny i zrównoważony. Jego elastyczność pozwala na efektywne dostosowywanie produkcji energii do zmieniającej się podaży z odnawialnych źródeł, co sprawia, że system energetyczny jest bardziej stabilny i niezawodny. Wprowadzenie gazu ziemnego jako paliwa pomostowego minimalizuje potrzebę znacznych inwestycji w nową infrastrukturę, wykorzystując istniejące systemy przesyłowe i magazynowe. To podejście przyspiesza tempo wdrożenia i dostosowywania się do nowych trendów rynkowych, umożliwiając jednocześnie adaptację infrastruktury do nowoczesnych technologii. W regionach, gdzie trudno jest natychmiast zrezygnować z tradycyjnych źródeł energii, takich jak węgiel, gaz ziemny staje się atrakcyjną alternatywą, przyczyniając się do poprawy jakości powietrza. Jego stosowanie może stanowić kluczowy element transformacji energetycznej w obszarach dotkniętych problemem smogu¹⁸¹.

Rozwój technologii magazynowania energii, elektromobilności i efektywności energetycznej, może być skoordynowany z wykorzystaniem gazu ziemnego. Dla przykładu – gazy ziemne mogą być używane do produkcji wodoru, co stanowi element przyszłych systemów przechowywania i transportu energii. Wszystko to wymaga jednak integracji z nowoczesnymi technologiami, co stwarza możliwości dalszego rozwoju sektora energetycznego. Jednakże, aby zapewnić zrównoważony rozwój, konieczne jest rozszerzenie perspektywy na długoterminowe cele. Inwestycje w odnawialne źródła energii, rozwój technologii umożliwiających decentralizację wytwarzania energii, a także edukacja i świadomość społeczeństwa na temat efektywnego korzystania z energii są kluczowymi obszarami, które należy uwzględnić w strategiach energetycznych. Współpraca międzynarodowa, badania naukowe oraz zaangażowanie społeczności lokalnych są kluczowymi elementami przekształceń energetycznych. Wraz z postępem technologicznym i zmieniającymi się wzorcami konsumenckimi rola gazu ziemnego, jako paliwa pomostowego, będzie ewoluować, stanowiąc jednocześnie istotny składnik w dążeniu do bardziej zrównoważonej i ekologicznej przyszłości energetycznej. Rozważając dalsze

¹⁸¹ K. Badyda, *Trendy, uwarunkowania i perspektywy budowy bloków gazowo-parowych w Polsce*, „Rynek Energii” 2013, nr 5, s. 26–33.

implikacje i potencjał gazu ziemnego, jako paliwa pomostowego, nie sposób pominąć znaczenia, jakie ma on dla sektora transportu. W kontekście ekologicznego rozwoju mobilności gaz ziemny odgrywa kluczową rolę jako alternatywa dla tradycyjnych paliw pojazdowych. Jego stosowanie w transporcie publicznym, flotach korporacyjnych i indywidualnych pojazdach może znacząco przyczynić się do redukcji emisji CO₂ oraz innych zanieczyszczeń atmosferycznych¹⁸².

Gaz ziemny sprzyja także dalszemu rozwojowi sektora ciepłowniczego, stanowiąc efektywną opcję dla ogrzewania miejskiego. Systemy kogeneracyjne, wykorzystujące gaz ziemny do jednoczesnej produkcji ciepła i energii elektrycznej, stają się coraz bardziej atrakcyjne, pozwalając na optymalne wykorzystanie surowca. Warto również zwrócić uwagę na potencjał gazu ziemnego jako źródła energii dla sektora przemysłowego. Jego elastyczność, efektywność i stosunkowo niskie emisje sprawiają, że jest on coraz bardziej pożądanym rozwiązaniem w produkcji. Współpraca międzysektorowa, łącząca energetykę, transport i przemysł, stwarza możliwości synergii, które mogą przyspieszyć proces transformacji energetycznej. Z uwagi na globalne wyzwania związane ze zmianami klimatycznymi ważne jest, aby perspektywa gazu ziemnego była rozszerzana na poziom międzynarodowy. Projekty międzynarodowej współpracy, takie jak interkonektory gazowe, mogą umożliwić skuteczną wymianę doświadczeń, surowców i technologii, przyczyniając się do bardziej zintegrowanego i zrównoważonego rynku gazu. Gaz ziemny, jako paliwo pomostowe, otwiera również nowe perspektywy dla sektora rolniczego. Może być stosowany do produkcji nawozów azotowych, a także stanowić źródło energii do napędu maszyn rolniczych. Integracja rolnictwa z sektorem energetycznym może wspierać cele zrównoważonego rozwoju, łącząc efektywność produkcji z minimalizacją wpływu na środowisko. W kontekście zrównoważonego rozwoju warto również podkreślić znaczenie działań edukacyjnych i społecznego zaangażowania. Informowanie społeczeństwa na temat korzyści oraz wyzwań związanych z gazem ziemnym może przyspieszyć akceptację nowych technologii, jak również wspomóc procesy decyzyjne w obszarze transformacji energetycznej. Wreszcie, patrząc w przyszłość, kluczowe jest monitorowanie postępu technologicznego i dostosowywanie strategii energetycznych do dynamicznie zmieniającego się środowiska. Badania naukowe, innowacje i rozwój nowych technologii stanowią

¹⁸² U. Motowidlak, *Rozwój transportu a paradygmat zrównoważonego rozwoju*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2017, nr 337, s. 30–40.

fundament przyszłych transformacji energetycznych, a gaz ziemny może odgrywać rolę katalizatora dla tych procesów¹⁸³.

Skądinąd wykorzystanie gazu ziemnego jako paliwa pomostowego wymaga holistycznego podejścia, które uwzględnia różnorodność sektorów i aspektów społecznych. Wspólna praca sektora publicznego, prywatnego i społeczeństwa obywatelskiego jest kluczowa dla osiągnięcia celów zrównoważonej transformacji energetycznej, kierując nas ku bardziej ekologicznej, a przy tym innowacyjnej przyszłości. W dalszej perspektywie kluczowym elementem zrównoważonego wykorzystania gazu ziemnego jest ekspansja infrastruktury wspierającej jego dystrybucję. Inwestycje w rozbudowę gazociągów, magazynów gazu, a także tłoczni są nieodzowne dla zapewnienia stabilności dostaw oraz zwiększenia dostępności tego surowca na różnych rynkach. W kontekście zmieniającego się klimatu, rosnącej świadomości ekologicznej i zaostrzających się regulacji, kluczowe jest również dążenie do doskonalenia technologii związanych z produkcją, transportem i magazynowaniem gazu ziemnego. Inwestycje w badania nad technologią LNG (Skrócona Nazwa: LNG – ciekły gaz ziemny) czy technologią Power-to-Gas mogą znacząco wpłynąć na zwiększenie efektywności i zrównoważenia procesów związanych z gazem¹⁹⁴. Aspekty ekonomiczne również odgrywają kluczową rolę w przyszłości wykorzystania gazu ziemnego. Zróżnicowane modele biznesowe, elastyczne strategie cenowe oraz partnerstwa międzynarodowe są niezbędne dla utrzymania konkurencyjności tego surowca na globalnym rynku. Przejście od modeli opartych na kontraktach długoterminowych ku bardziej elastycznym i zróżnicowanym strukturom może sprzyjać lepszemu dopasowaniu do zmieniających się warunków rynkowych. W kontekście geopolitycznym rozwijanie międzynarodowej współpracy w dziedzinie gazu ziemnego może być narzędziem do zacieśniania relacji międzynarodowych, łagodzenia konfliktów i tworzenia wspólnych platform dialogu. Projekty transgraniczne, takie jak gazociągi międzynarodowe czy interkonektory, nie tylko integrują rynki, ale także wspierają budowanie więzi politycznych między państwami. Perspektywa rozwoju gazu ziemnego jako paliwa pomostowego obejmuje także aspekty społeczne. Tworzenie miejsc pracy, rozwój lokalnych społeczności, a przy tym partycypacja społeczeństwa w procesach decyzyjnych dotyczących projektów gazowych stanowią ważne elementy zrównoważonego podejścia. Warto również

¹⁸³ J. Maciejewski, O. Nowaczyk, *Bezpieczeństwo narodowe a grupy dyspozycyjne*, Wrocław 2005, s. 30. ¹⁹⁴ R. Rosicki, *Międzynarodowe i europejskie koncepcje zrównoważonego rozwoju*, „Przegląd NaukowoMetodyczny” 2010, nr 4, s. 44–56.

eksplorować kreatywne rozwiązania w obszarze edukacji i świadomości społecznej. Kampanie informacyjne, programy edukacyjne oraz angażowanie społeczeństwa w projekty energetyczne mogą przyczynić się do budowy pozytywnego obrazu gazu ziemnego jako czynnika wspierającego zrównoważony rozwój. Dalsze losy gazu ziemnego jako paliwa pomostowego zależą od skoordynowanych działań wszystkich interesariuszy. Wymaga to nie tylko zaangażowania branżowego i rządowego, ale również aktywnej partycypacji społeczeństwa. Tylko poprzez holistyczne podejście, innowacyjność i współpracę można stworzyć trwałe fundamenty dla zrównoważonego rozwoju sektora gazowego, przyczyniając się jednocześnie do globalnej transformacji energetycznej¹⁸⁴.

W kontekście nieustannie ewoluującego krajobrazu energetycznego przyszłość gazu ziemnego jawi się jako niezwykle dynamiczna i pełna wyzwań, jednak równocześnie niosąca ze sobą potencjał rewolucyjnych zmian. Kierując wzrok na przód widzimy, że rozwój tej branży wymagać będzie głębokiej analizy, zwiększonych inwestycji oraz aktywności regulacyjnej. Jednym z kluczowych obszarów, który nabiera coraz większego znaczenia, jest rozwój technologii redukcji emisji dwutlenku węgla związanych z produkcją i transportem gazu ziemnego. W kontekście rosnącego zapotrzebowania na zrównoważone źródła energii gazy – neutralne pod względem emisji, takie jak wodór zielony – zaczynają przyciągać uwagę badaczy i inwestorów. Integracja produkcji wodoru z odnawialnych źródeł energii z sektorem gazu ziemnego stanowi kluczowy krok w kierunku bardziej zielonego i zrównoważonego modelu energetycznego. W obliczu zmieniającej się sytuacji geopolitycznej dywersyfikacja źródeł dostaw gazu staje się nie tylko kwestią ekonomiczną, ale także strategiczną. Tworzenie nowych tras dostaw, rozwój portów LNG czy inwestycje w magazyny gazu mogą wpływać na elastyczność i bezpieczeństwo energetyczne kraju. W dążeniu do osiągnięcia celów związanych z klimatem i ochroną środowiska, rozwój sektora gazowego będzie wymagał intensyfikacji działań związanych ze zwiększeniem efektywności energetycznej, modernizacją infrastruktury oraz rozwijaniem technologii umożliwiających odzyskiwanie energii z procesów produkcyjnych¹⁸⁵. Globalne tendencje w kierunku dekarbonizacji i zrównoważonego rozwoju nakładają na branżę gazową presję, by stała się jednym z filarów

¹⁸⁴ R. Czubiński, *Rekuperacja pozwoleń zużyć o jedną czwartą energii mniej*, Raport CEEK, www.RynekKolejowy.pl [dostęp: 9.02.2024].

¹⁸⁵ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1161 z dnia 20 czerwca 2019 r. zmieniająca dyrektywę 2009/33/WE w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego.

przyszłego, zielonego systemu energetycznego. W tym kontekście, inwestycje w badania i rozwój, współpracę międzynarodową oraz wsparcie dla startupów czy przedsiębiorstw działających na rzecz zrównoważonej transformacji energetycznej stają się kluczowymi elementami. W aspekcie społecznym – aktywne zaangażowanie społeczeństwa w kwestie energetyczne, konsultacje społeczne oraz uwzględnianie lokalnych społeczności w procesach decyzyjnych są niezbędne dla utrzymania społecznego przyjęcia oraz akceptacji projektów gazowych. Niebagatelne znaczenie może mieć również zastosowanie technologii Internetu rzeczy (IoT), sztucznej inteligencji (SI) czy blockchaina w sektorze gazowym. Innowacyjne podejścia do monitorowania, zarządzania i efektywniejszego wykorzystania infrastruktury gazowej mogą przyspieszyć adaptację branży do wymogów przyszłości. Przyszłość gazu ziemnego, jako paliwa pomostowego, zależy od elastyczności, adaptacyjności i gotowości do innowacyjnych rozwiązań. Zmiany klimatyczne, wymogi zrównoważonego rozwoju, a także ewolucja technologiczna stoją przed branżą gazową jako wyzwania, ale także jako szanse do przeobrażenia jej w kluczowy element przyszłego, zielonego miksu energetycznego – dalsze eksplorowanie nowych dróg rozwoju, poszukiwanie nowatorskich rozwiązań i aktywne uczestnictwo w nowe technologie w gazie.

ROZDZIAŁ PIĄTY

PERSPEKTYWY WYKORZYSTANIA NOWYCH TECHNOLOGII W PROCESIE TRANSFORMACJI SEKTORA GAZU ZIEMNEGO

W obliczu ostatnich dwóch – trzech dekad, dokonuje się redefinicja postrzegania gazu ziemnego oraz ropy naftowej jako niezbędnych elementów definiujących rynek surowców energetycznych. Transformacja ta związana jest z wdrażaniem pionierskich technologii ekstrakcji węglowodorów. W konsekwencji wdrażanych zmian sektor energetyczny został postawiony przed koniecznością adaptacji do całego pakietu wyzwań odnoszących się do konieczności przejścia na odnawialne źródła energii (OZE). Konieczność ta jest definiowana pogarszającą się sytuacją w obszarze klimatu. Globalne ocieplenie implikuje zmiany zarówno w ramach prozaicznych czynności życia codziennego, jak również w zakresie funkcjonowania przemysłu, sfery usług. Wdrażanie zasad, na których opiera się OZE, stanowi fundament strategii energetycznej Unii Europejskiej¹⁸⁶. Problemem pozostaje sceptycyzm ze strony innych wielkich graczy „globalnej szachownicy”, taki jak: Stany Zjednoczone, Chińska Republika Ludowa, Indie, Federacja Rosyjska, Republika Turcji, nie mówiąc już o niemalże wszystkich państwach wchodzących w skład kontynentu afrykańskiego. Niestety, zwłaszcza globalne mocarstwa wybierają ścieżkę minimalizowania negatywnego wpływu wdrażania nowych technologii w obszarze OZE na znaczenie własnego potencjału w zakresie przemysłu, sfery usług. Ponieważ to niezwykle kosztowne, wolą więc nie generować zbyt głębokich ingerencji w obowiązujący te państwa, ukształtowany dotychczasowymi doświadczeniami, system polityki bezpieczeństwa energetycznego¹⁸⁷.

Mocno zróżnicowany pozostaje również stopień wykorzystania OZE w państwach wchodzących w skład Wspólnoty. Podczas gdy najbogatsze kraje UE zdążyły wykonać już część prac związanych z przechodzeniem na OZE, przy jednoczesnym odchodzeniu w ramach procesu dekarbonizacji od węgla kamiennego oraz brunatnego, te biedniejsze – czego przykładem Polska – nadal stoją przed poważnymi wyzwaniami w tym obszarze.

¹⁸⁶ *Polityka energetyczna: zasady ogólne*,

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pl/sheet/68/politykaenergetyczna-zasady-ogolne> [dostęp: 7.02.2024].

¹⁸⁷ Z. Przygodzki, *Terytorialny wymiar kapitału ludzkiego. Gospodarka narodowa*, Warszawa 2019, s. 105–130.

Tabela 26. Stopień wykorzystania OZE w krajach UE (wybór %)

Państwo	Stopień wykorzystania %
Austria	76,2%
Szwecja	75,7%
Dania	41,2%
Portugalia	97,5%
Chorwacja	58,5%
Łotwa	99,5%
Polska	17,1%

Źródło: *Polska w ogniu UE w wykorzystaniu energii z OZE*, <https://www.youtube.com/watch?v=MNjk8jkzw6w> [dostęp: 7.03.2024]; A. Dobowska, *Struktura produkcji energii w Polsce i pozostałych krajach UE*, <https://www.locja.pl/raport-rynkowy/struktura-produkcji-energii-w-polsce-i-pozostalych-krajach-ue,198> [dostęp: 7.03.2024].

Powyższe zestawienie wskazuje, iż udział OZE w produkcji energii elektrycznej w Polsce w dalszym ciągu pozostaje niski. Poza tym, wielu ekspertów zarzuca stronie polskiej kreowanie mocno zafałszowanej rzeczywistości i włączanie w OZE zbyt wielu źródeł służących produkcji energii, które w pełni zakwalifikować nie można¹⁸⁸. Stąd też na znaczeniu zyskują środki z Unii Europejskiej służące realizacji ambitnego celu, jaki sobie postawiło kierownictwo Wspólnoty, a więc uzyskania do 2050 roku tak zwanej „Zero neutralności”. Jak na razie polska gospodarka wpisuje się w europejskie wymagania dosyć słabo. Pewną szansą mogą być środki z Krajowego Programu Odbudowy (KPO), z których istotna część przeznaczona jest na rozwój OZE²⁰⁰.

¹⁸⁸ *Dlaczego OZE nie wystarczą Polsce*, <https://www.cire.pl/artykuly/materialy-problemowe/136091-dlaczegoodnawialne-zrodla-energii-nie-wystarcza-dla-polski> [dostęp: 7.03.2024]. ²⁰⁰ *Plan odbudowy KPO*, <https://www.gov.pl/web/planodbudowy/o-kpo> [dostęp: 7.03.2024].

Tabela 27. Struktura Odnawialnych Źródeł Energii wykorzystanych w procesach produkcji energii elektrycznej w Polsce (2021)

Rodzaj Źródła OZE	Struktura udziału %
Biopaliwa stałe	71,61%
Energia wiatru	10,85%
Biopaliwa ciekłe	7,79%

Źródło: *Energia ze źródeł odnawialnych*, www.stat.gov.pl [dostęp: 7.03.2024].

Dane zawarte w powyżej zamieszczonej tabeli w sposób wyraźny wskazują na utrzymującą się od szeregu lat tendencję, w której biopaliwa zajmują kluczowe miejsce we wszystkich zestawieniach dotyczących udziału w strukturze OZE. Wynika to z faktu, iż technologia wytwarzania biopaliw jest relatywnie łatwa do zastosowania¹⁸⁹. Problem w tym, iż większość państw UE wyklucza biopaliwa z listy OZE, co z czasem może przynieść za sobą poważne implikacje w założeniach polskiej polityki bezpieczeństwa energetycznego, która w coraz to większym stopniu będzie pochodną podejmowanych w ramach instytucji europejskich decyzji. Można więc przyjąć, iż jest to rodzaj „kreatywnej statystyki”, która coraz częściej gości w sferze polskiej polityki na podobnych zasadach co „kreatywna księgowość”. Nie wróży to dobrze na przyszłość możliwościom poprawy w obszarze innowacyjności gospodarczej państwa.

Istotne zmiany mają miejsce również na rynku magazynowania gazu ziemnego. O ile dotychczas powszechną metodą było przechowywanie nadwyżek gazu ziemnego w złożach czerpanych, o tyle obecnie odchodzi się już od wykorzystania tej technologii, jako mało efektywnej¹⁹⁰. Problemem w tym przypadku pozostaje pobór surowca. Jest to możliwe, ale jedynie dwa, trzy razy w roku, tymczasem na uruchomienie mechanizmów pozyskiwania surowca z powierzchni magazynowych potrzeba co najmniej dwóch tygodni. W obecnej chwili buduje się magazyny w przedziałach wodonośnych oraz kawernach solnych. Są one zdecydowanie bardziej wydajne, zaś możliwość pozyskiwania surowca jest w tym przypadku praktycznie nieograniczona.

¹⁸⁹ J. Golaszewski, *Technologie rynkowe przetwarzania biomasy lignocelulozowej do biopaliw stałych, ciekłych i gazowych*, Olsztyn 2020, s. 110–114.

¹⁹⁰ M. Chromik, *Koncepcja magazynowania nadwyżek energii elektrycznej w postaci wodoru w kawernach w złożach soli kamiennej w Polsce – wstępne informacje*, „Przegląd Solny” 2016, t. 12, s. 11–18. ²⁰³ *Ibidem*, s. 11–18.

5.1. Wykorzystanie wodoru w procesie redefinicji polskiego sektora energetycznego

Wodór znany jest ludzkości od czasów starożytnych, aczkolwiek jego wykorzystanie sięga XVIII wieku, kiedy to został zastosowany jako paliwo gazowe służące do napełniania balonów. W 1783 roku francuski naukowiec – Joseph Montgolfier – zademonstrował balon napełniony wodorem, który wzniósł się na wysokość 1600–2000 metrów n.p.m.¹⁹¹ Na koniec XVIII wieku przypadał triumf balonów wypełnianych wodorem, jako doskonałego paliwa sprawiającego, iż sen ludzkości o lataniu został spełniony. Dopiero katastrofa sterowca Hindenburg, który wypełniony łatwopalnym wodorem spłonął w ciągu kilkadziesiąt sekund, uzmysłowiła ludzkości, iż nie jest ona jeszcze w stanie w pełni wykorzystać wodoru jako paliwa przyszłości¹⁹².

Wodór to powszechnie występujący na naszej planecie pierwiastek. Jednakże rzadko można go spotkać w formie czystej. Trudno więc wodór wykorzystywać jako paliwo bez odpowiedniej technologii do jego produkcji. Rozwój tej ostatniej umożliwił jednak w coraz większym stopniu jego zastosowanie. Współcześnie nie ma już wątpliwości, iż stanie się on kluczowym źródłem energii dla ludzkości w następnych dekadach. Obecna produkcja wodoru w skali globalnej wynosi blisko 70 mln ton rocznie. Niestety w dalszym ciągu wodór jest pozyskiwany w ramach procesu przetwarzania paliw kopalnych, co niestety znajduje swoje przełożenie w obszarze zanieczyszczenia środowiska naturalnego na poziomie 2% globalnej emisji CO₂. Nowe technologie wytwarzania wodoru przyczyniły się jednak do niemalże całkowitej redukcji zanieczyszczeń w przypadku pozyskiwania wodoru w warunkach sztucznych. Perspektywy rozwoju globalnego rynku wodoru są niezwykle obiecujące. Do 2050 roku całkowita wartość rynku wodorowego ma osiągnąć 2,5 bln USD. Dynamika wzrostu zapotrzebowania na wodór jest pochodną popytu na energię ze źródeł odnawialnych. Przy jednoczesnych postępach w technologii wytwarzania pierwiastka, które przyczyniają się do obniżenia kosztów produkcji, sprawiają, że staje się on znacznie bardziej dostępny, jak również – co szczególnie istotne – korzystny finansowo¹⁹³.

¹⁹¹ J. Wiśniak, J.S. Proust, *Revista CENIC Ciencias Químicas*, Warszawa 2012, t. 43, s. 126–144.

¹⁹² P.T. Dobrowolski, *Latająca Europa. Balony w XVIII wieku*, „Kwartalnik historii kultury materialnej”, Warszawa 2015, s. 215–226.

¹⁹³ 6W. Drozdowski, *Geopolityka transformacji energetycznej, Czynniki wodorowe*, <https://www.cire.pl/artykuly/materiały-problemowe/geopolityka-transformacji-energetycznej-czynnikiwodorowe> [dostęp: 7.03.2024].

Najważniejszym miernikiem wykorzystania wodoru w ogniach paliwowych pozostaje niezmiennie poziom jego czystości. Zanieczyszczenie wodoru może przełożyć się na ograniczenie możliwości produkcyjnych ze strony ogni paliwowych. W ekstremalnych przypadkach gdy jest ono zbyt wielkie może to zaowocować ich zniszczeniem. Tak więc stopień czystości wodoru jest tak ważny. 96% finalnej produkcji wodoru na naszej planecie ma swoje podstawy w paliwach konwencjonalnych. Tylko za 4% udziału w produkcji globalnej odpowiada elektroliza wody. Ze względu na właściwości rozróżniamy szereg kolorów wodoru, które odróżniają się od siebie właściwościami procesu produkcyjnego, jak również samą technologią ich wytwarzania¹⁹⁴.

Tabela 28. Rodzaje, właściwości, proces produkcyjny wodoru

Kolor wodoru	Właściwości procesów produkcyjnych	Proces produkcyjny (technologia)
Szary	Wysoka emisyjność, dostępność technologii, opłacalność, możliwość pozyskania amoniaku, metanolu	Wytwarzany w procesie reformingu węglowodorów
Niebieski	Niska emisyjność, zagrożenie w postaci emisji do atmosfery związków chemicznych, opłacalność produkcji	Wytwarzany w procesie spalania paliw kopalnych z wykorzystaniem systemu wychwytywania CO ₂
Czarny i Brązowy	Niska emisyjność, niskie koszty produkcji	Wodór czarny pozyskany z syntetycznego gazu wytracającego się w procesie spalania węgla kamiennego Wodór brązowy w procesie spalania się węgla brunatnego

¹⁹⁴ Przeznaczenie wodoru do wykorzystania w ogniach paliwowych pojazdów a podatek akcyzowy, <https://ispmoedzelewski.pl/serwis/przeznaczenie-wodoru-do-wykorzystania-w-ogniach-paliwowych-pojazdow-a-podatek-akcyzowy/> [dostęp: 9.02.2024].

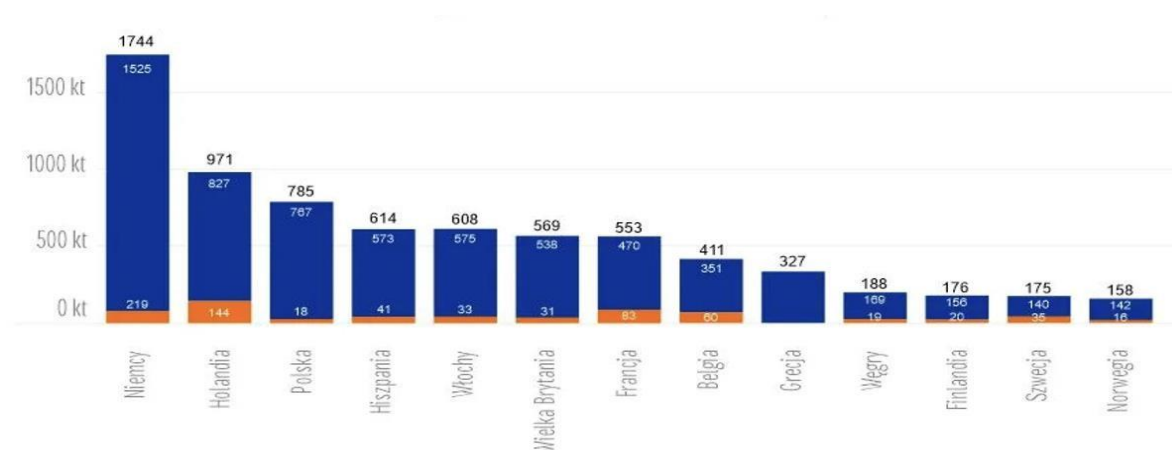
Turkusowy	Niska emisyjność, Prawdopodobieństwo opłacalności z zastrzeżeniem, iż metoda dalej jest w fazie dalszego dopracowywania	Piroliza używająca gazu ziemnego jako paliwa bazowego, przy czym wodór wytraca się poprzez uzyskanie energii
		cieplnej a nie poprzez proces spalania
Zielony	Zero emisyjność, niska opłacalność produkcji, niska efektywność procesów produkcyjnych	Elektroliza zasilana energią pozyskaną ze źródeł odnawialnych
Różowy (nazywany również fioletowym, purpurowym, czerwonym)	Niska emisyjność, opłacalność produkcji	Elektroliza zasilana energią jądrową
Żółty	Niska emisyjność, opłacalność produkcji	Elektroliza zasilana energią słoneczną i nanotechnologią
Biały	Nie opracowano metody jego wytwarzania w warunkach sztucznych. Złoża rozproszone lub głęboko zalegające. W przypadku złóż zalegających płytko i wydajnych wysoka opłacalność procesu produkcji	Naturalnie występujący wodór w podziemnych złożach powstający w wyniku szczelinowania

Źródło: opracowanie własne na podstawie: SES HYDGROGEN SA, *Kolory wodoru. Znaczenie, potencjał, zastosowanie*, <https://powermeetings.eu/kolory-wodoru-znaczenie-zastosowanie-potencjal/> [dostęp: 7.03.2024].

Informacje zawarte w tabeli świadczą o tym, iż najbardziej korzystnym rozwiązaniem byłaby produkcja wodoru białego. Na sześć kilogramów wodoru białego przypada jeden kilogram wodoru zielonego, a więc przewaga tego pierwszego w obszarze opłacalności produkcji jest wyraźna. Największe złoża wodoru białego są zlokalizowane w Federacji Rosyjskiej, USA, Australii, Omanie oraz Mali. Ostatnio do tego grona dołączyła

Francja na obszarze, której zlokalizowano największe z dotychczas odkrytych złóż wodoru białego. Trwa szacowanie wielkości złoża, które według różnych ocen może mieć wielkość od 6 mln ton do 250 mln ton wodoru. Dla porównania, 500 mln ton wodoru białego wystarczyłoby ludzkości na produkcję energii realizującej zapotrzebowanie w skali globalnej przez blisko 200 lat. Problemem w tym przypadku jest jednak brak przygotowanych odbiorców wodoru, bowiem gospodarka w dalszym ciągu bazuje na węglowodorach¹⁹⁵. Jej przekształcenie, w tym również stworzenie fundamentów pod wykorzystanie wodoru jako paliwa przyszłości, będzie bez wątpienia procesem niezwykle kosztownym, co nie oznacza, iż ten proces nie jest koniecznym choćby ze względu na ochronę środowiska naturalnego¹⁹⁶.

Wykres 2. Produkcja Wodoru w poszczególnych państwach Unii Europejskiej



Legenda:

Kolor niebieski – produkcja wodoru wykorzystując metodę reformingu

Kolor pomarańczowy – wodór odpadowy

Źródło: *Fuel Cells and Hydrogen Observatory, Hydrogen Europe*, <https://hydrogeneurope.eu/h2-talks/eu-projects/> [dostęp: 7.03.2024].

Polska zajmuje trzecie miejsce w Europie oraz piąte w świecie pod względem ilości wytwarzanego wodoru. W Europie wyprzedzają nas jedynie Niemcy oraz Holandia. Według danych z 2022 roku produkcja wodoru w naszym państwie osiągnęła poziom blisko 0,8 mln

¹⁹⁵ J. Surygała, *Wodór jako paliwo*, Warszawa 2008, s. 6–9.

¹⁹⁶ DS., *Przez przypadek odkryli klimatycznego Świętego Graala. Biały wodór może pomóc uratować świat*, <https://businessinsider.com.pl/technologie/bialy-wodór-może-pomóc-uratować-swiat-to-klimatyczny-swietograal/23gm63p> [dostęp: 7.03.2024].

ton. W tym akurat konkretnym przypadku problemu należy szukać nie w ilości wyprodukowanego wodoru, ale w samym jego procesie produkcyjnym. Niestety zdecydowana większość wyprodukowanego wodoru pochodzi ze spalania węglowodorów, co oznacza zanieczyszczenie środowiska naturalnego. Jeśli za punkt odniesienia przyjmiemy w tym względzie – zatwierdzoną przez UE – strategię bezpieczeństwa energetycznego, dążącą do pełnej neutralności klimatycznej, tak definiowana przez stronę polską polityka mija się z celem. Należy podkreślić, iż wykorzystanie wodoru w procesach gospodarczych symbolizować miało nową erę w polskiej ekonomii oraz, co szczególnie istotne, ochronie środowiska naturalnego. W obliczu powyższych uwag trudno jednak uznać podejmowane przez władze polskie działania za perspektywiczne. Wynikają one z możliwości realizacji szybkiego zysku, który niestety dla strony polskiej, niekoniecznie zaś dla środowiska naturalnego, już w dającej się przewidzieć przyszłości będzie niemożliwy do zrealizowania. Produkcja wodoru szarego zostanie zahamowana przez europejskie normy w obszarze ochrony środowiska naturalnego, które zresztą polskie władze zaakceptowały¹⁹⁷. Tymczasem jednak rosnąca produkcja przyczynia się w sposób oczywisty do ograniczenia zależności Polski od surowców energetycznych. Otwiera również przed naszym państwem nowe perspektywy technologiczne. Innowacyjność naszej gospodarki pozostawia od lat wiele do życzenia. Transformacja energetyczna, uwzględniająca nowe technologie produkcji wodoru w połączeniu z koniecznością zmian w sferze produkcji oraz transportu, może przynieść pozytywne skutki dla naszej gospodarki¹⁹⁸.

Powstający niemalże od przysłowiowego zera sektor wodorowy dysponuje poważnym i dodajmy – potrzebnym potencjałem do tego, aby stać się kluczowym elementem w założonej przez władze naszego państwa strategii zrównoważonego rozwoju. Nowatorskie rozwiązania umożliwią stronie polskiej realizację celów związanych z neutralnością węglową, choć będzie to proces kosztowny i bez wsparcia ze strony UE niemożliwy do realizacji, jeśli za punkt odniesienia przyjmiemy możliwości budżetu państwa. Jest to szczególnie istotne na drodze do dekarbonizacji sektorów, które trudno jest zelektryfikować

¹⁹⁷ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1119 z dnia 30 czerwca 2021 r. w sprawie ustanowienia ram na potrzeby osiągnięcia neutralności klimatycznej i zmiany rozporządzeń (WE) nr 401/2009 i (UE) 2018/1999 (Europejskie prawo o klimacie).

¹⁹⁸ A. Król, E. Kukulska-Zajac, J. Holewa-Rataj, M. Gajec, *Wodór jako element transformacji energetycznej*, „Nafta-Gaz” 2022, Warszawa, nr 22, s. 524–534.

na przykład w transporcie ciężkim i przemyśle. Szczególnie przy tym perspektywiczne wydaje się wykorzystanie zielonego wodoru, który jak już wspomniałam we wcześniejszej części rozdziału – pochodzi z odnawialnych źródeł energii, do których w przypadku naszego sektora energetycznego zaliczamy przede wszystkim wiatr oraz słońce. Prawidłowy, a więc zgodny z normami przyjętymi przez UE w tym obszarze, proces produkcji wodoru nie tylko zmniejsza negatywny wpływ na środowisko, ale również otwiera nowe możliwości, w tym zwłaszcza leżące w obszarze eksportu nadwyżek wodorowych na rynki trzecie, tym bardziej, że istnieje możliwość transportu surowca poprzez nieczynną obecnie instalację „Jamał”. Wpisuje się to w polską koncepcję „bramy północnej”, definiowanej niekiedy jako „centralny europejski hub gazowy”. W tym przypadku ważnym punktem odniesienia byłaby produkcja wodoru. Podobnie jednak jak miało i ma to miejsce w przypadku gazu ziemnego, w tym zwłaszcza w formie LNG, również w przypadku wodoru – ze względu na brak odpowiednich, innowacyjnych, przyjaznych środowisku naturalnemu technologii – wydaje się to mało prawdopodobne¹⁹⁹.

Tabela 29. Struktura i metody pozyskiwania wodoru w Polsce

Państwo	1. Niemcy	2. Holandia	3. Polska
Całkowite pozyskiwanie wodoru	1744 kt	970,91 kt	784,64 kt
Liczba zakładów produkcyjnych	109	32	20
Metody pozyskiwania wodoru			
Reformowanie	1524,84 kt	837,63 kt	784,64 kt
Produkt uboczny	211,23 kt	133,28 kt	17,53 kt
Chloro-alkaliczny:	123,63 kt	16,36 kt	7,72 kt
Etylen:	73,79 kt	61,01 kt	9,80 kt
Styren:	13,81 kt	55,91 kt	0 kt

Źródło: *Fuel Cells and Hydrogen Observatory, Hydrogen Europe*, <https://hydrogeneurope.eu/h2-talks/eu-projects/> [dostęp: 7.03.2024].

¹⁹⁹ M. Koczan, *Polska jako hub gazowy – możliwości współpracy z wybranymi państwami Europy Środkowej i Wschodniej*, „Rocznik Instytutu Europy Środkowo-Wschodniej” 2022, z. 4, s. 109–130.

Przedstawiony powyżej diagram obrazuje szereg możliwości, ale i ograniczeń polskiego sektora wodorowego. Do tych pierwszych zaliczamy ilość wyprodukowanego wodoru oraz zaplecze produkcyjne służące do jego wytwarzania. Słabością tymczasem jest brak nowych technologii, które umożliwiłyby pozyskiwanie pierwiastka bezemisyjnego. Niestety w dalszym ciągu wodór pozyskiwany przez stronę polską wytwarzany jest w ramach procesu spalania węglowodorów, co niezbyt dobrze prognozuje na przyszłość. Tak zwany wodór szary będzie niezwykle trudno sprzedać na rynku europejskim, w zasadzie jedynym, który ma szansę stać się strategicznym docelowym miejscem obrotu surowcem. Inne rynki, jeśli będą importować wodór, korzystać będą z oferty chińskiej czy rosyjskiej, a więc państw, które są w stanie wytworzyć pierwiastek przy pomocy analogicznych do stosowanych w polskim sektorze energetycznym metod, jednakże znacznie poniżej kosztów, które ponosi nasz krajowy producent²⁰⁰.

Co prawda w Polsce istnieje kilka metod wytwarzania wodoru, jednakże metodą dominującą jest reforming. Metoda ta jest niestety inwazyjną w stosunku do środowiska naturalnego, niezwykle negatywnie wpływa na klimat poprzez generowanie zanieczyszczeń atmosferycznych, potęgując tak zwany efekt cieplarniany. W wyniku procesów wytwarzania wodoru, w ramach zastosowania metody reformingu, w 1992 roku uzyskano 767,11 tysiąca ton wodoru, wzbogacając się dodatkowo o 7,72 tysiąca chloru oraz 9,8 tysiąca etylenu²⁰¹.

Wykres 3. Produkcja wodoru w Polsce (2022)



Legenda:

Niebieski – produkcja wodoru metodą reformingu w EU

Pomarańczowy – wodór odpadowy w EU

Źródło: *Fuel Cells and Hydrogen Observatory, Hydrogen Europe* ,<https://hydrogeneurope.eu/h2-talks/eu-projects/> [dostęp: 7.03.2024].

²⁰⁰ *Polskie plany wodorowe*, <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/polskie-plan-y-wodorowe/> [dostęp: 9.02.2024].

²⁰¹ *Analiza potencjału technologii wodorowych w Polsce do roku 2030 z perspektywą do 2040 roku*, https://klasterwodorowy.pl/images/zdjecia/9_Analiza_potencjalu_tehnologii_wodorowych_opracowanie.pdf [dostęp: 9.02.2024].

Produkcją wodoru w Polsce zajmuje się kilka firm sektora energetycznego. Największym producentem paliwa przyszłości jest PKN Orlen. Łącznie największa polska spółka energetyczna odpowiada za 26% krajowej produkcji wodoru. Na drugim miejscu znajdują się Zakłady Azotowe w Puławach. Udział tych ostatnich w produkcji wodoru wynosi 18%. również prezentują imponujący potencjał, generując blisko 18% produkcji wodoru w Polsce. W 2022 roku podobnym wkładem w produkcję wodoru w Polsce, czyli na poziomie niespełna 20%, wykazała się gdańska Grupa Lotos, będąca obecnie częścią koncernu energetycznego PKN Orlen. Na następnych miejscach znajdują się Zakłady Chemiczne w Policach oraz wrocławski Anwil S.A. Poniżej zaprezentowane diagramy ilustrują zarówno ilość producentów wodoru w Polsce, jak również opisują używane przez nich w procesie wytwarzania tego niezwykle cennego pierwiastka metody jego pozyskiwania²⁰².

Rysunek 12. Udział poszczególnych producentów wodoru w Polsce według stanu na 2022 rok



Źródło: Fuel Cells and Hydrogen Observatory, Hydrogen Europe, <https://hydrogeneurope.eu/h2-talks/eu-projects/> [dostęp: 7.03.2024].

²⁰² Ibidem.

Tabela 30. Czołowi producenci wodoru w Polsce (zdolności produkcyjne, wielkość produkcji)

Nazwa	Typ Procesu	Zdolność prod. t/r	Produkcja t/r
Płock PKN Orlen	Reforming parowy – system rafineryjny	232836	190926
Gdańsk Grupa Lots	Reforming parowy – system rafineryjny	168809	138423
Puławy Zakłady Azotowe	Reforming parowy – amoniak	214620	133536
Police Zakłady Chemiczne	Reforming parowy – amoniak	105120	65405
Wrocławek Anwii S.A. (Grupa Orlen)	Reforming parowy – amoniak	92327	57446
Jedlicze PKN Orlen	Reforming parowy – system rafineryjny	58205	47728
Kędzierzyn Zakłady Azotowe 2	Reforming parowy – amoniak	70844	44079
Kędzierzyn Zakłady Azotowe 1	Reforming parowy – amoniak	68180	42421
Tarnów Zakłady Azotowe	Reforming parowy – amoniak	50602	31485
Płock PKN Orlen	Produkt uboczny – Ethylene	11957	9804
Tarnów Zakłady Azotowe	Reforming parowy – sektor chemiczny	6237	4865
Wrocławek Anwii S.A. (Grupa Orlen)	Produkt uboczny – chlor-alkali	5460	3767
Zakłady chemiczne/PCC Rokita	Produkt uboczny – chlor-alkali	5208	3594

Puławy Zakłady Azotowe	Reforming parowy	3898	3041
Bochnia Stalprodukt	Reforming parowy	3767	2938

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Fuel Cells and Hydrogen Observatory, Hydrogen Europe*, <https://hydrogeneurope.eu/h2-talks/eu-projects/> [dostęp: 7.03.2024].

Jak to już zostało ujęte we wcześniejszej części tekstu PKN Orlen w Płocku jest obecnie największym producentem wodoru w naszym kraju. Przy rocznej produkcji, sięgającej 190,926 ton, zachowuje rezerwę mocy sięgającą poziomu ponad 49 mln ton. Jego krańcowe zdolności produkcyjne wynoszą 232,836 ton. Z kolei Grupa Lotos z Gdańska znajduje się na mocnej pozycji lidera pośród producentów wodoru w Polsce, z potencjałem produkcyjnym sięgającym 168,809 ton rocznie i realną produkcją 138,423 ton. Listę trzech największych producentów wodoru zamykają Zakłady Azotowe w Puławach. Ich zdolności produkcyjne należą do największych w całym polskim sektorze energetycznym. Przy rocznej produkcji, sięgającej 133,5 ton, zdolności produkcyjne są o blisko 85 ton większe i wynoszą 214,5 tony. Polski rynek wodoru opiera się jednak na technologiach starego typu, które aktualnie wypierane są przez nowoczesne metody sztucznego wytwarzania tego pierwiastka. Stąd też powstał pomysł stworzenia dolin wodorowych, będących zarazem inkubatorami przedsiębiorczości oraz nowych technologii²⁰³.

Doliny wodorowe to nie tylko inicjatywa mająca znaczenie gospodarcze. To również projekt o znaczeniu politycznym oraz społecznym. Celem jest stworzenie lokalnych ekosystemów wodorowych, które obejmują pełny zakres działalności związanej z technologiami wodorowymi, od produkcji po zastosowanie w różnych branżach. Są one kluczowe dla procesu dekarbonizacji przemysłu wymagającego dużych ilości energii oraz służą rozwojowi projektów demonstracyjnych technologii wodorowych w Polsce, jednocześnie promując krajowy łańcuch dostaw wodoru poprzez współpracę między sektorem prywatnym, środowiskiem akademickim i władzami lokalnymi. W Polsce działa obecnie jedenaście dolin wodorowych. Aż osiem z nich powstało z inicjatywy Agencji Rozwoju Przemysłu (ARP). ARP spełnia kluczową rolę w planowaniu oraz realizacji

²⁰³ *Fuel Cells and Hydrogen Observatory, Hydrogen Europe*, <https://hydrogeneurope.eu/h2-talks/eu-projects/> [dostęp: 7.03.2024].

projektów wodorowych. Aktywnie przyczynia się do transformacji energetycznej państwa, co sprzyja dostosowywaniu się do globalnych trendów zmierzających do powszechnej dekarbonizacji oraz przejścia na energię odnawialną, mającą być swoistym antidotum na zagrożenia europejskiego rynku paliw²⁰⁴. Dwie spośród jedenastu dolin wodorowych mają swoją siedzibę w Płocku, kolejna – związana z zakładami azotowymi w Puławach, natomiast reszta jest w miarę równomiernie rozproszona po Polsce. Pierwszy diagram pokazuje rozmieszczenie polskich dolin wodorowych na mapie naszego państwa. Tymczasem na drugim diagramie możemy zauważyć przysłowiowe białe plamy obrazujące te województwa, które nie posiadają dostępu do nowoczesnych technologii wodorowych generowanych przez wspomniane doliny.

Mapa 27. Rozmieszczenie Polskich Dolin Wodorowych



Źródło: Agencja Rozwoju Przemysłu, *Jak działamy – transformacja energetyczna – doliny wodorowe*, <https://arp.pl/pl/jak-dzialamy/transformacja-energetyczna-/doliny-wodorowe/> [dostęp: 11.02.2024].

²⁰⁴ A. Zuttel, A. Borgschulte, L. Schlapbach, *Hydrogen as a future energy carrier*, Weinheim 2008, s. 13–20.

Mapa 28. Doliny wodorowe w Polsce (na mapie zaznaczono cztery województwa, które nie biorą udziału w projektach Doliny Wodorowej)



Źródło: *Fuel Cells and Hydrogen Observatory, Hydrogen Europe*, <https://hydrogeneurope.eu/h2-talks/eu-projects/> [dostęp: 7.03.2024].

W Polsce zidentyfikować można różnorodne inicjatywy w ramach koncepcji dolin wodorowych, które rozlokowane są na terenie całego kraju, stanowiąc kluczowe elementy w krajowej strategii rozwoju technologii wodorowych. Te doliny wodorowe, utworzone w różnych latach, mają na celu wspieranie transformacji energetycznej i dekarbonizacji różnych sektorów gospodarki. Jedną z pierwszych inwestycji w wodór, definiowanych istnieniem struktury innowacyjnej w postaci wspomnianej Doliny, była Pomorska Dolina Wodorowa. Na dzień dzisiejszy doliny wodorowe są obszarem intensywnych badań i projektów, związanych głównie z wykorzystaniem wodoru jako czystego nośnika energii²⁰⁵.

²⁰⁵ P. Zawadzki, A. Smoliński, *Otrzymywanie zielonego wodoru w procesie elektrolizy wody odzyskanej ze ścieków komunalnych*, Warszawa 2023, s. 4–26.

Niektóre z projektów związanych z dolinami wodorowymi obejmują takie obszary, jak:

- Infrastruktura wodorowa: projektowanie i rozwój infrastruktury wodorowej, która obejmuje stacje tankowania wodoru dla pojazdów wodorowych, elektrolizery wytwarzające wodór, magazyny wodoru oraz sieci dystrybucji.
- Pojazdy wodorowe: badania i rozwój pojazdów napędzanych ogniwami paliwowymi, które wykorzystują wodór jako źródło energii. Projekty te obejmują samochody osobowe, autobusy, ciężarówki, pociągi oraz statki.
- Produkcja wodoru: projekty dotyczące opracowania bardziej efektywnych i zrównoważonych metod produkcji wodoru, w tym elektrolizy wody przy użyciu energii odnawialnej lub procesów termochemicznych.
- Magazynowanie energii: rozwój technologii magazynowania wodoru w celu przechowywania energii elektrycznej wytworzonej przez instalacje odnawialne w okresach nadprodukcji i wykorzystania jej w okresach deficytu.
- Technologie ogniw paliwowych: badania nad ulepszaniem technologii ogniw paliwowych w celu zwiększenia ich efektywności, trwałości i obniżenia kosztów produkcji.
- Zastosowania przemysłowe: zastosowanie wodoru w przemyśle do produkcji amoniaku, metanolu i innych produktów chemicznych oraz w procesach hutniczych.
- Badania nad bezpieczeństwem: badania nad bezpieczeństwem i regulacjami związanymi z produkcją, przechowywaniem, dystrybucją i użytkowaniem wodoru jako nośnika energii.
- Wdrażanie strategii wodorowych: planowanie i wdrażanie strategii wodorowych na poziomie krajowym i regionalnym, w tym promowanie polityk wspierających rozwój infrastruktury wodorowej i technologii.

Te projekty i badania mają na celu promowanie wykorzystania wodoru, jako czystego i zrównoważonego nośnika energii, który może przyczynić się do redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz zmniejszenia zależności od paliw kopalnych²⁰⁶

Każda z opisanych powyżej dolin wodorowych ma za zadanie nie tylko wygenerowanie maksymalnego zysku z ewentualnego eksportu wodoru do państw trzecich, ale również zdynamizowanie transformacji energetycznej Polski. Szansą na to może być właśnie wykorzystanie lokalnych ekosystemów wodorowych, jednak pod warunkiem zastosowania w procesie produkcji tego cennego pierwiastka innowacyjnych technologii.

5.2. Perspektywy wykorzystaniu gazu „Hel 3” w ramach zmian na globalnym i krajowym rynku energetycznym

Odkryty w 1939 roku hel-3 jest niezwykle stabilnym izotopem helu. Spośród innych pierwiastków wyróżnia się posiadaniem dwóch protonów oraz jednego neutrona, co czyni ten gaz niezwykle perspektywicznym w kwestii możliwości wykorzystania go, jako źródło do procesu produkcji energii. W odróżnieniu od niego, więcej rozpowszechniony izotop helu-4 składa się z dwóch protonów oraz dwóch neutronów. Hel-3, podobnie jak wodór, jest jedynym znanym ludzkości stabilnym izotopem jakiegokolwiek elementu, w którym liczba protonów jest większa niż liczba neutronów. Hel-3 to pierwiastek, który może w przyszłości stać się podstawowym źródłem w procesie produkcji energii elektrycznej oraz cieplnej²⁰⁷. Jego właściwości sytuują ten pierwiastek znacznie powyżej wydawać by się mogło uniwersalnego wodoru, o których często myśląc o perspektywach sektora energetycznego mówi się jako o paliwie przyszłości. Hel-3 występuje naturalnie na Ziemi choć w tym przypadku jego ilości są znacznie ograniczone oraz w bardzo dużych ilościach na Księżycu. Hel-3 może być wykorzystywany do fuzji jądrowej, która uwalnia ogromne ilości energii²⁰⁸. W przeciwieństwie do tradycyjnej energii jądrowej, fuzja helu-3 nie powoduje powstawania radioaktywnych odpadów, co przemawia za tym pierwiastkiem jako elementem służącym

²⁰⁶ Pomorska Dolina Wodorowa, <https://klasterwodorowy.pl/pomorska-dolina-wodorowa,53,pl> [dostęp: 7.02.2024].

²⁰⁷ S. Ryzhkov, *Helium – 3 Based Fusion Plasma, Problems of Atomic Science and Technology*, New York 2008, s. 61–63.

²⁰⁸ R. Gibbons, D. Nathan, *Thermodynamic data of helium-3*, New York 1967, s. 184.

uzyskaniu przez całą ludzkość neutralności klimatycznej. Niestety nadal istnieje wiele przeszkód, które należy pokonać, aby móc wykorzystać hel-3 do procesu produkcyjnego energii. Fuzja helu-3 wymaga bardzo wysokich temperatur, co utrudnia realizację przyjętych przy tego typu projektach założeń²⁰⁹. Innym wyzwaniem jest to, że proces ten może prowadzić do reakcji ubocznych, które generują radioaktywność. Naukowcy pracują nad rozwiązaniem tych problemów. Mimo wielu wyzwań, hel-3 nadal pozostaje perspektywnym źródłem czystej energii.

W 1934 roku, australijski fizyk jądrowy Mark Oliphant, reprezentujący Cavendish na Uniwersytecie w Cambridge, na podstawie prowadzonych badań laboratoryjnych wysunął hipotezę o istnieniu helu-3. Dokonał tego, przeprowadzając eksperymenty, w których szybkie deuterony zderzały się z tarczami deutronowymi. Te pionierskie badania stanowiły pierwszą demonstrację syntezy jądrowej. Jednakże dopiero pięć lat później, w 1939 roku, Luisowi Alvarezowi i Robertowi Cornego udało się wyizolować hel-3. Początkowo uważano go za izotop radioaktywny. Późniejsze badania wykazały jednak jego obecność w próbkach naturalnego helu, składającego się głównie z helu-4. Odkrycie helu-3 miało istotne znaczenie dla rozwoju fizyki jądrowej. Ze względu na korzystny stosunek masy do energii i brak radioaktywnych odpadów, hel-3 stał się idealnym wkładem w fuzję jądrową, która jest niezwykle obiecującą technologią, szczególnie jeśli za punkt odniesienia przyjmiemy podejmowane działania na rzecz czystej energii. Pomimo ogromnego potencjału, fuzja helu-3 wiąże się z szeregiem wyzwań technologicznych. Naukowcy na całym świecie intensywnie pracują nad ich rozwiązaniem, prowadząc liczne badania laboratoryjne mające na celu optymalizację warunków przebiegu reakcji i zminimalizowanie ryzyka wystąpienia reakcji ubocznych. Jak dotąd nie udało się wygenerować skutecznej metody przeprowadzenia fuzji jądrowej, którą udałoby się zaadaptować na potrzeby procesu produkcyjnego helu-3²¹⁰.

Różnice w masie atomowej helu-3 (3,016 u) i helu-4 (4,0026 u) determinują odmienne właściwości fizyczne. Hel-3 posiada wyższą energię punktu zerowego i do pokonania oddziaływań dipol-dipol potrzebuje mniejszej energii cieplnej. Mechanika kwantowa klasyfikuje hel-3 jako fermion, a hel-4 jako bozon. Te różnice determinują właściwości makroskopowe. Hel-3 wrze w niższej temperaturze (3,19 K) i posiada niższy

²⁰⁹ T. Simko, M. Gray, *Lunar Helium-3 Fuel for Nuclear Fusion: Technology, Economics, and Resources*, *World Future Review*, t. 6, New York 2014, s. 158–171.

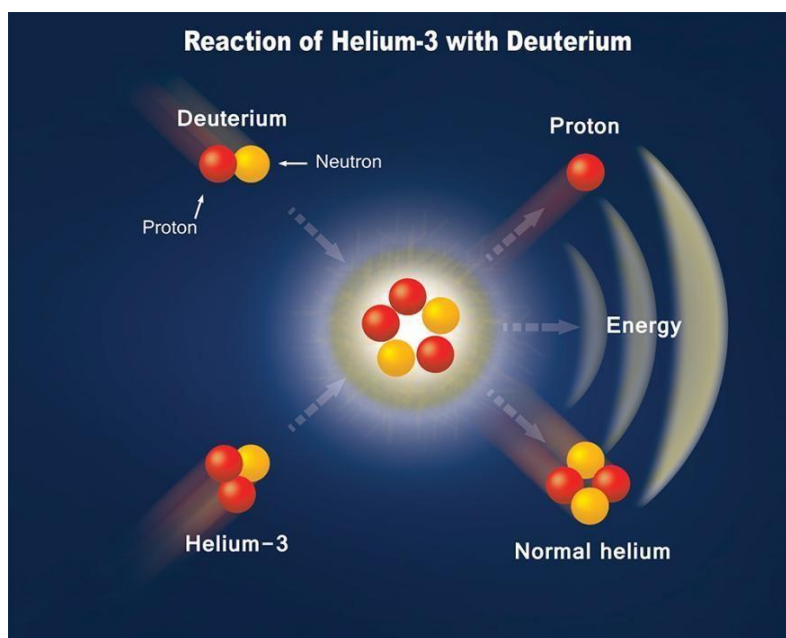
²¹⁰ E.N. Slyuta, A.M. Abdrakhimow, E.M. Galimov, *Oszacowanie prawdopodobnych rezerw helu-3 w księżycowym regolicie*, 38 Konferencja Nauk o Księżycu i Planetach, Uniwersytet Warszawski 2020, s. 2175.

punkt krytyczny (3,35 K) niż hel-4 (4,23 K i 5,2 K odpowiednio). W temperaturze wrzenia hel-3 jest mniej gęsty (59 g/l) i ma niższe utajone ciepło parowania (0,026 kJ/mol) w porównaniu z helem-4 (125 g/l i 0,0829 kJ/mol). Hel-3 jest rzadkim izotopem helu, stanowiącym zaledwie 0,00013% naturalnego helu. Większość helu-3 na Ziemi znajduje się w atmosferze ziemskiej. Ze względu na swoje właściwości hel-3 może być wykorzystywany w reakcji fuzji jądrowej, generując czystą energię. Badania nad helem-3 wciąż trwają, aby lepiej zrozumieć jego właściwości i możliwości zastosowania²¹¹.

Większość helu-3 na Ziemi znajduje się w atmosferze, ale jego ilość jest znikoma. Inne jego źródła to:

- Płaszcz ziemski: hel-3 uwięziony został w nim podczas formowania się planety. Dostęp do niego jest jednak bardzo utrudniony.
- Wulkany: niektóre wulkany, np. te na Hawajach, uwalniają niewielkie ilości helu-3 do atmosfery.
- Gaz ziemny: hel-3 można znaleźć w niektórych złożach gazu ziemnego, ale jego stężenie jest niskie.
- Księżyc: regolit księżycowy zawiera hel-3, co czyni go potencjalnym źródłem tego izotopu w przyszłości.

Rysunek 13. Wytwarzanie energii w oparciu o reakcje chemiczne z udziałem pierwiastka hel-3



Źródło: Z. Patkowska, *Wszystko co musisz wiedzieć o helu 3*, <https://iviter.pl/przestrzen-kosmiczna/wszystko-comusisz-wiedziec-o-helu-3> [dostęp: 1.03.2024].

²¹¹ F.H. Koguty, *On na stale zacienionych księżycowych powierzchniach polarnych*, Warszawa 2013, s. 778–779.

Proces syntezy termojądrowej, w którym deuter i proton wchodzą w chemiczną reakcję generując hel-3, może w przyszłości stanowić o modelu produkcji energii, która będzie neutralna dla środowiska naturalnego i względnie prosta w produkcji. Sam proces chemiczny jest relatywnie prosty, jeśli weźmiemy pod uwagę tylko i wyłącznie technologię powstawania helu-3, gorzej z wdrożeniem w życie pewnych rozwiązań teoretycznych. Wynikiem zachodzącej reakcji jest wyodrębnienie się cząstki alfa o wysokiej energii, która niezwykle szybko przejmuje elektron, tworząc przy tym stabilny oraz lekki jon helu. Proces syntezy termojądrowej może być z powodzeniem wykorzystywany jako źródło energii elektrycznej. Istotnym przy zachodzącej reakcji jest fakt, iż w jej ramach nie wytrącają się niebezpieczne neutrony. Szybkość reakcji termojądrowej wzrasta wraz z rosnącą temperaturą, osiągając umowne maksimum, po czym stopniowo maleje²¹². Reaktor Polywell to projektowany rodzaj reaktora termojądrowego, który wykorzystuje tak zwany koncept pola magnetycznego do kontrolowania plazmy w celu osiągnięcia fuzji jądrowej. Reaktor ten został zaproponowany przez fizyka Roberta Bussarda w latach 80. XX wieku i kontynuowany przez jego zespół badawczy, a także inne grupy naukowców oraz inżynierów. Idea reaktora Polywell opiera się na stworzeniu wewnątrz próżniowej komory plazmy o wysokiej temperaturze i gęstości, w której jądra atomowe będą się zderzały i łączyły, wydzielając energię w procesie termojądrowym. Kluczowym elementem reaktora Polywell jest układ magnetyczny, który ma za zadanie trzymać plazmę z dala od ścian komory, zapobiegając jej kontaktowi z materiałem ścianek, co prowadziłoby do utraty energii. W reaktorze Polywell, pole magnetyczne kształtowane jest w taki sposób, aby utrzymywać plazmę w formie kulistej konfiguracji, co zapewnia lepszą stabilność i kontrolę nad plazmą w porównaniu do niektórych innych typów reaktorów termojądrowych, takich jak tokamaki. W centrum tej kulistej plazmy znajduje się obszar o najwyższej temperaturze i gęstości, gdzie zachodzą główne reakcje jądrowe. Reaktor Polywell wykorzystuje przede wszystkim wodór i jego izotop, deuter, jako paliwo dla reakcji termojądrowych. Podczas gdy reaktor Polywell przyciąga uwagę ze względu na swoje potencjalne korzyści, takie jak mniejsze wymiary, potencjalnie niższe koszty i większa prostota w porównaniu z innymi reaktorami termojądrowymi, to nadal jest w fazie badawczej. Jednym z największych wyzwań związanych z reaktorem Polywell jest osiągnięcie stabilnej konfiguracji plazmy oraz kontrola

²¹² S.H. Saw, V. Damideh, P. Lee, R.S. Rawat, S. Lee, Sing, *Comparative Study of Fast and Slow Focus Modes in INTI Plasma Focus for Deuterium, Neon and Argon Operation*, Warszawa 2016, s. 1–8.

procesu termojądrowego w sposób, który prowadziłby do efektywnego wydzielania energii. Badania nad reaktorem Polywell są kontynuowane w różnych instytucjach badawczych na całym świecie, a pomimo znacznego postępu, istnieją wciąż techniczne i naukowe wyzwania do pokonania, zanim taka technologia mogłaby zostać skomercjalizowana i wdrożona na szeroką skalę²¹³.

Współcześnie niemalże cała produkcja helu-3 w przemyśle pochodzi z radioaktywnego rozpadu trytu, który jest produkowany przez bombardowanie litu-6 neutronami w reaktorach jądrowych. Realizacją zadań wynikających z produkcji, sprzedaży oraz dystrybucji helu-3 w będących liderem nowych technologii USA zajmuje się Program DOE Isotope Departamentu Energii Stanów Zjednoczonych (DOE). Produkcja helu-3 odbywa się poprzez przechowywanie trytu aż do chwili jego ostatecznego rozpadu radioaktywnego.

Proces ten umożliwia wygenerowanie helu-3, podczas gdy tryt tworzy stabilny związek z tlenem. Hel-3 jest kluczowym składnikiem w broni nuklearnej, jednak jego produkcja jest także istotna dla detektorów promieniowania neutronowego oraz procedur diagnostycznych w medycynie.

Podjęciem kwestie związane z nowymi technologiami w obszarze eksploracji helu-3 należy zauważyć, iż jego zapasy zmniejszyły się znacznie w wyniku podpisania w 1991 roku przez ZSRR/Federacja Rosyjska Traktatu START I. Znaczące ograniczenie liczby głowic nuklearnych wpłynęło na prace badawcze w zakresie wykorzystania helu-3 do działań militarnych w segmencie broni niekonwencjonalnej. Wpływ na to, i to bezpośredni, miały również zapisy mówiące o bezwzględnej konieczności kontrolowania i monitorowania produkcji oraz wykorzystania helu-3²¹⁴.

O roli i znaczeniu helu-3 świadczą możliwości jego zastosowania w różnych gałęziach naszego życia. Należy przy tym podkreślić, iż nie jest to katalog zamknięty. I tak hel-3 znajduje zastosowanie w takich dziedzinach, jak eksperymenty z echem spinowym, generowaniem detektorów neutronów, kriogenicą czy obrazowaniem medycznym. Jest również wykorzystywany w eksperymentach z plazmą tokamakową, w celu absorpcji energii

²¹³ L. Smith, L. Trenberth, *Masa atmosfery: ograniczenie analiz globalnych*, „Dziennik Klimatu” 2005, Warszawa, s. 864–875.

²¹⁴ Rozporządzenie Rady (WE) nr 428/2009 z 5 maja 2009 r. ustanawiające wspólnotowy system wywozu, transferu, pośrednictwa i tranzytu w odniesieniu do produktów podwójnego zastosowania (Dz.U. L 124 z 29.5.2009).

radiowej²¹⁵. Hel-3 stosowany jest również w spektroskopii neutronowej, w której neutrony wykorzystywane są do badania struktury materiałów na poziomie atomowym. Używany jest jako detektor w eksperymentach z reakcjami jądrowymi oraz do badania własności magnetycznych materiałów. Hel-3 bywa także wykorzystywany w technologii obrazowania magnetycznego jądrowego (MRI) do diagnostyki medycznej. MRI wykorzystuje właściwości magnetyczne atomów w ciele pacjenta do tworzenia obrazów wnętrza ciała. Hel-3 może być również używany jako kontrast w MRI, co zdecydowanie podwyższa szanse na lepszą wizualizację niektórych, do tej pory słabo widocznych, obszarów ciała. Hel-3 odgrywa również istotną rolę w badaniach kosmosu. Warto przy tym zaznaczyć, iż stanowi on składnik atmosfery Słońca i jako taki występuje na powierzchni niektórych gwiazd (białe karły). Badanie obecności helu-3 w kosmosie pomaga naukowcom lepiej zrozumieć procesy zachodzące w gwiazdach oraz ewolucję zjawisk kosmicznych. W detektorach neutronów wykorzystywany jest do pomiaru strumienia neutronów oraz do detekcji promieniowania neutronowego, co umożliwia nadzór nad procesami koncentrującymi się na bezpieczeństwie jądrowym. Inwestycje w hel-3 pozostają jednak domeną wielkich mocarstw dysponujących odpowiednią bazą naukową, jak również potężnym zapleczem w postaci możliwości wykorzystania nowoczesnych technologii. Niezbędny jest przy zespół wysoko wykwalifikowanych badaczy. USA prowadzi badania nad zastosowaniem helu-3 w technologiach kosmicznych, w szczególności w kontekście eksploracji Księżyca i Marsa. NASA prowadzi badania nad wykorzystaniem helu-3 w przyszłych misjach kosmicznych oraz w technologiach związanych z bardziej efektywnym wykorzystaniem energii jądrowej. I tak rosyjska agencja kosmiczna Roscosmos również prowadzi badania kosmiczne, które mogą wykorzystywać hel-3 jako potencjalny zasób dla przyszłych misji kosmicznych. Jednakże szczegóły tych badań mogą być trudne do uzyskania ze względu na charakter, często poufnych, programów kosmicznych. Chiński program kosmiczny, w tym chińska agencja kosmiczna CNSA, również może prowadzić badania nad wykorzystaniem helu-3 w przyszłych misjach kosmicznych. Ponadto, Chiny także zainwestowały w badania nad technologiami fuzji jądrowej, co może wpłynąć na ich zainteresowanie helu-3 jako paliwa przyszłości. Nie mniej jednak również mniejsze państwa starają się wypełnić istniejącą niszę naukową. Cieszy fakt, iż znajdują się wśród nich także firmy z polski, które we współpracy z zagranicznymi ośrodkami naukowymi, jak i konsorcjami działającymi w celu generowania

²¹⁵ W. Fa, Y-Q. Jin, *Quantitative estimation of helium-3 spatial distribution in the lunar regolith layer*, New York 2007, s. 15–23.

nowych technologii, podejmują współpracę. Należy podkreślić, iż jest to współpraca przynosząca wzajemne korzyści, co szczególnie istotne w momencie, w którym przymierzamy się do realizacji restrykcyjnych planów UE w obszarze neutralności klimatycznej²¹⁶.

Przykładem tak definiowanego działania są projekty realizowane przez krakowską firmę Solar System Resources Corporation i amerykańską US Nuclear Corp. Wymienione firmy podpisały pionierski list intencyjny w lutym 2021 roku²¹⁷. Celem współpracy jest zorganizowanie bezzałogowej ekspedycji górniczej na Księżyc. Misja ma na celu wydobycie helu-3, rzadkiego i cennego izotopu o ogromnym potencjale energetycznym. Podpisanie porozumienia otwiera nowy rozdział w eksploracji kosmosu i stawia znaczący krok w kierunku wykorzystania kosmicznych zasobów dla dobra ludzkości, zwłaszcza w obliczu zawansowanych prac strony chińskiej w obszarze zainteresowania eksploatacją tego cennego, księżycowego pierwiastka. Hel-3 może stać się kluczowym źródłem czystej energii w przyszłości, zaspokajając rosnące potrzeby energetyczne świata. Amerykański partner, US Nuclear Corp., dysponuje bogatym doświadczeniem oraz specjalistyczną, tak potrzebną w tego rodzaju projektach wiedzą w dziedzinie energii jądrowej oraz technologii wydobywczych. Połączenie sił i eksperckie know-how obu firm stwarzają idealne warunki do realizacji ambitnego celu, jakim jest wydobycie helu-3 na Księżycu. Porozumienie między Solar System Resources Corporation i US Nuclear Corp. jest nie tylko istotnym wkładem w eksplorację bogactw księżycy, tudzież w przyszłości innych ciał niebieskich, ale stanowi przede wszystkim zwiastun nadchodzących zmian świadomości decydentów odpowiedzialnych dotąd za załogowe i bezzałogowe loty kosmiczne, których celem było poznanie szeroko definiowanego kosmosu, nie zaś jego eksploracja. Dziś wydaje się to nakazem chwili, wręcz wyższą koniecznością jeśli weźmiemy za punkt odniesienia czekające ludzkość wyzwania zwłaszcza w sektorze energetycznym. Polsko–Amerykańska współpraca naukowo-techniczna umożliwia prowadzenie dalszych, intensywnych badań oraz rozwoju technologii górnictwa kosmicznego, co w przyszłości może zapewnić nam dostęp do nowych, bogatych źródeł surowców i czystej energii. Nie można tego bagatelizować, bowiem postęp

²¹⁶ *Chcą wydobywać drogocenne „paliwo przyszłości”. Zbudują kopalnię na... Księżycu*, <https://cyfrowa.rp.pl/globalne-interesy/art40007861-chca-wydobywac-drogocenne-paliwo-przyszlosci-zbudujakopalnie-na-ksiezycu> [dostęp: 9.02.2024].

²¹⁷ *Firmy z Polski i USA podpisały list intencyjny dotyczący wydobycia Helu-3 na księżycu*, <https://naukawpolsce.pl/aktualnosci/news%2C86407%2Cfirmy-z-polski-i-usa-podpisały-list-intencyjny-dotwydobycia-helu-3-na> [dostęp: 7.03.2024].

technologiczny oraz cywilizacyjny należy do tych, którzy krzewią innowacje, nie zaś do tych, którzy je tylko wykorzystują²¹⁸.

Polska firma Solar System Resources Corporation nie poprzestaje jednak tylko na samych badaniach, starając się wprowadzić przynajmniej część z ich efektów w życie. W liście intencyjnym firma ta ogłosiła rozpoczęcie projektu produkcji 500 kg helu-3 z księżycowej powierzchni. Projekt ten ma zostać, podobnie jak i część z innych planów, zrealizowany do 2028 roku. Partnerem w tym pionierskim przedsięwzięciu ponownie została amerykańska firma US Nuclear Corp., która zobowiązała się do odbioru cennego izotopu, a następnie jego dystrybucji. Eksperci szacują, że 200 ton helu-3 wystarczyłoby do zaspokojenia rocznego zapotrzebowania energetycznego całej ludzkości, tak więc myśl o tym, aby pozyskać hel-3 z powierzchni księżycowej wcale nie wydaje się być pozbawiona racjonalnych przesłanek ekonomicznych, zwłaszcza, że nasza planeta posiada znikome ilości helu-3. Wszelkie dostępne na Ziemi zasoby helu-3 są produktem ubocznym konserwacji broni jądrowej – teoretycznie ten proces może dostarczyć około 300 kg helu-3, co zapewni produkcję na poziomie ok. 15 kg rocznie²¹⁹. Szacuje się, iż na Księżycu może być nawet 100 milionów razy więcej helu-3 niż na kuli ziemskiej. Księżycowy hel-3 jest pierwiastkiem odnawialnym, bowiem jego źródłem powstania jest wiatr słoneczny. Wydobycie helu-3 z Księżyca to jednak mocno skomplikowany proces, który wymaga budowy specjalistycznego sprzętu oraz odpowiedniej infrastruktury, zarówno tej wykorzystywanej na Księżycu, jak również w postaci transportu i instalacji istniejących już na naszej planecie. Mimo to, ambitny plan Solar System daje nadzieję na lepszą przyszłość i nowe otwarcie w ramach polskiego sektora energetycznego. Udział polskiej firmy w tym pionierskim projekcie to ogromny sukces i szansa na zrewolucjonizowanie energetyki poprzez eksplorację kosmosu. Ta ostatnia może przynieść za sobą postęp technologiczny i wpłynąć innowacyjnie na całą gospodarkę, co stanowić będzie poważny progres dla wyczerpującej się dynamiki krajowego PKB, opartego na relatywnie prostych źródłach (np.: tania siła robocza). Polski sektor energetyczny staje się tym samym liderem w dziedzinie kosmicznego górnictwa. Eksperci szacują, że pierwsze misje mogą nie przynieść zysku, ale kolejne generować mogą miliardy, a nawet w dalszej perspektywie – mierzonej dwoma, trzema dekadami – biliony dolarów.

²¹⁸ D.D. Osheroff, W.J. Gully, R.C. Richardson, D.M. Lee, *Nowe zjawiska magnetyczne w cieczy Hel-3 poniżej 3 mK, Listy z przeglądu fizycznego*, New York 1972, s. 920–923.

²¹⁹ *Hel 3 z księżycy. Spin off z AGH i firma z USA podpisały list intencyjny*, <https://www.agh.edu.pl/aktualnosci/info/hel-3-z-ksiezycy-spin-off-z-agh-i-firma-z-usa-podpisaly-list-intencyjny> [dostęp: 7.03.2024]. ²³³ *Ibidem*.

Plan Solar System to nie tylko ambitne przedsięwzięcie naukowe, ale także element nowego wyścigu kosmicznego, w którym na miarę swoich możliwości powinniśmy wziąć udział²²⁰.

Analizując powyższe należy jednak mieć na uwadze, iż powierzchnia księżycowa zawiera hel-3 w różnych stężeniach, które wynoszą od 1,4 do 15 ppb²²¹ na obszarach oświetlonych przez słońce, do 50 ppb w obszarach zacienionych. Propozycje wydobycia helu-3 z powierzchni Księżyca pojawiły się po raz pierwszy w 1986 roku w USA, kiedy to G. Kulciński, profesor inżynierii jądrowej, zwrócił uwagę na potencjał wykorzystania tego surowca do syntezy jądrowej. Jednak, ze względu na bardzo niskie stężenie helu-3 w regolicie księżycowym²²², proces wydobycia wymagałby przetworzenia ogromnych ilości regolitu – ponad 150 ton, aby uzyskać jedynie jeden gram helu-3. Pomimo tego, że niektórzy eksperci podkreślają potencjalne korzyści ekonomiczne i energetyczne związane z wydobyciem helu-3, są również i tacy, którzy wykazują daleko posunięty sceptycyzm do możliwości produkcji helu-3 na masową skalę. D. Day, amerykański historyk kosmosu, w artykule opublikowanym w „The Space Review” w 2015 roku, kwestionował racjonalność projektów na rzecz produkcji helu-3, powołując się przy tym na brak odpowiednich technologii. Pisał, iż problemem jest również konieczność zmiany mentalności decydentów, którzy przykładają do projektów kosmicznych miary ziemskie często nieprzydatne w technologiach kosmicznych. Większość ekspertów, jak również instytucji zajmujących się eksploracją kosmosu, nie podziela tak daleko idących obaw, uważając – poniekąd słusznie – iż brak badań przyczynia się do braku postępu, wraz z którym pewnie kwestie, które wydawały się być nie do rozwiązania na tym czy tamtym etapie rozwoju ludzkości, obecnie już nie stanowią problemu. Przykładem niech będzie stawiająca na innowacyjne rozwiązania Chińska Akademia Nauk, według której wydobycie helu-3 z Księżyca może stanowić alternatywne źródło energii. Stąd też władze chińskie nie szczędzą środków na badania kosmosu, prowadząc te ostatnie w celach militarnych i gospodarczych, inne dziedziny co najwyżej stanowić mogą uzupełnienie badań lub być poddane obserwacji przy okazji tak zarysowanych celów. Warto również podkreślić, iż pojawiły się projekty wydobycia helu-3 z planet złożonych z gazów, takich jak Jowisz. Gazowe olbrzymy to planety, które składają się głównie z gazów, które nie mają stałej powierzchni. W Układzie Słonecznym są to Jowisz,

²²⁰ Y Sano, H Wakita, H. Hiroshi, Y. Chin-Wang, *Strumień helu na obszarze lądowym kontynentalnym oszacowany na podstawie stosunku 3 He/ 4 He w północnym Tajwanie*, Tokyo 1993, s. 55–57.

²²¹ Liczba części na miliard.

²²² Jest to warstwa luźnej, zwietrzałej skały.

Saturn, Uran i Neptun, których cechą charakterystyczną są duże rozmiary oraz duża odległość od Słońca, a przy tym duża liczba księżyców oraz pierścieni pyłowych²²³. Jeśli doszłoby to do skutku – przechyliłoby szalę na rzecz helu-3, jako strategicznego paliwa napędowego globalnej gospodarki. Warto jednak zauważyć, że wiele z tych pomysłów wymaga dalszych kompleksowych badań oraz, że te ostatnie, znajdują się w fazie wstępnej. Do ich zakończenia potrzebnych będzie wielu lat i bardzo dużej ilości zaangażowanych środków, w tym zwłaszcza finansowych. M. Banaś, naukowiec z PAN, opracował hipotezę o bogatych złożach izotopu hel-3 pod Wałbrzychem. Naukowiec powołuje się m.in. na wyniki badań prowadzonych w latach 60. oraz 70., a potwierdzenie tej hipotezy byłoby przełomowe dla polskiej gospodarki²²⁴.

5.3. Klatraty metanu jako alternatywa dla klasycznych pokładów gazu ziemnego

Klatrat metanu występujący również jako hydrat metanu, metanowy lód a nawet wodzian metanu, to substancja krystaliczna składająca się z cząsteczek wody oraz metanu.²²⁵ Geneza nazwy „klatraty metanu” wywodzi się ze struktury krystalicznej, w której cząsteczki wody tworzą specyficzne klatki wokół molekuł gazu. Typowa struktura klatratów metanu składa się z dwóch podstawowych elementów: szkieletu krystalicznego utworzonego przez cząsteczki wody oraz molekuł metanu. W warunkach naturalnych a więc tych panujących na naszej planecie krystalizują się one głównie w strukturze sI, ale mogą także przyjmować inne struktury, takie jak sII lub sH, co jest warunkowane zawartością i proporcjami poszczególnych czynników.²²⁶ Analizując skład chemiczny należy zwrócić uwagę, iż na 1 mol metanu przypada 5,75 mola wody, co odpowiada blisko 85% wody oraz 15% metanu. Z jednego litra hydratów metanu wydzielić można 168 litrów gazowego metanu co świadczy o wartości energetycznej klatratów. Gęstość klatratów metanu wynosi 900 kg/m³ (0,9 g/cm³)

²²³ R. Hueso, *Impact flux on Jupiter, From superbolides to large-scale collisions*, Astronomy and Astrophysics, 2013, s. 228.

²²⁴ Wypowiedz dr. inż. Michała Banasia w wywiadzie dla „Polsat News”, 3 sierpnia 2021.

²²⁵ Na potrzeby rozprawy doktorskiej użyto terminu „klatraty”, ponieważ odnosi się on bezpośrednio do klatratów metanu, które są specyficznymi związkami w formie stałej, gdzie metan jest uwięziony w sieci krystalicznej wody. Klatraty metanu są rozpatrywane jako potencjalne źródło gazu ziemnego, więc termin ten idealnie pasuje do kontekstu alternatywy dla klasycznych pokładów gazu. J.F. Makogon, *Hydrates of hydrocarbons*, Tulsa PennWell Books, New York 1997, s. 10–23.

²²⁶ A. Rabajczyk, *Stabilność klatratów metanu a środowisko*, „Rocznik Świętokrzyski, Seria B – Nauki Przyrodnicze” 2009, nr 30, s. 39–55.

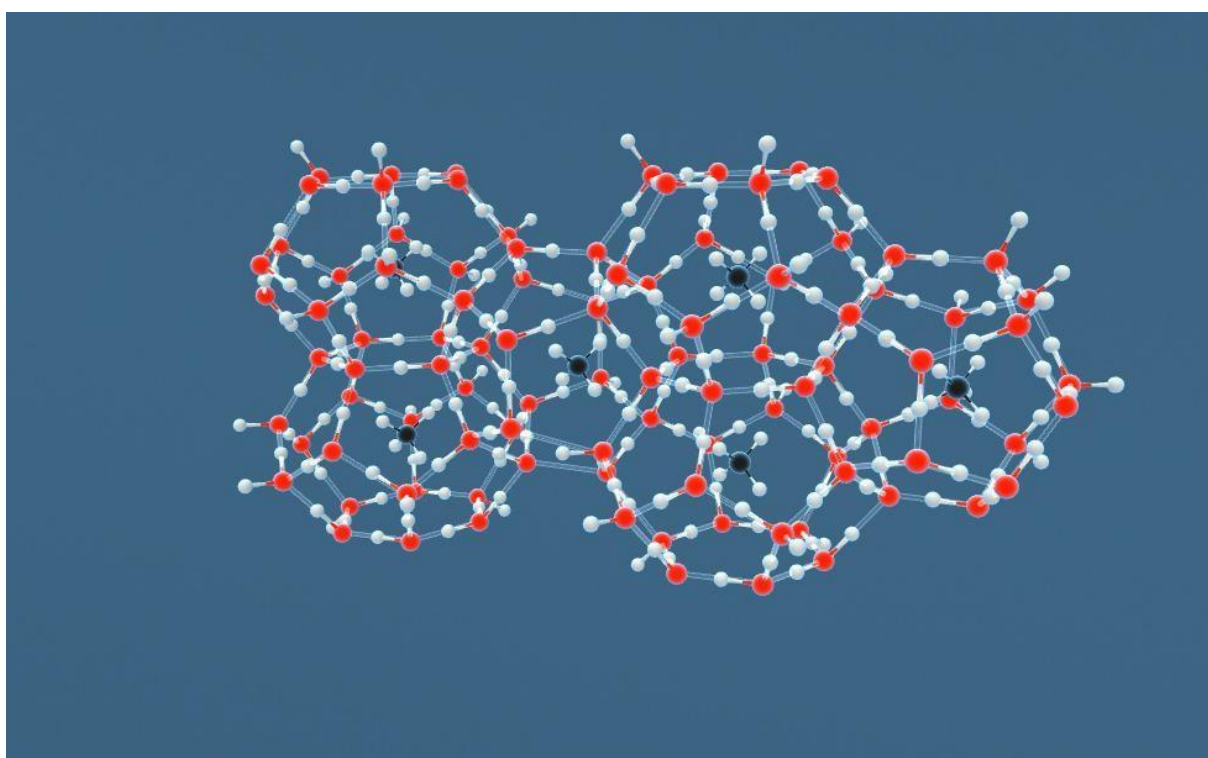
ci czyni je nieznacznie lżejszymi od wody a to ma pewne znaczenie w produkcji metanu z klatratów. Inną istotną cechą klatratów metanu jest ich stabilność, która jest uzyskiwana wskutek tak zwanej temperatury gwarantowanej na poziomie przy 193 K (-80°C). Klatraty metanu spalają się równym, czerwonym płomieniem pozostawiając po sobie wodę. Warto przy tym podkreślić, iż klatraty metanu powstają przy spełnieniu dwóch podstawowych warunków: obecności odpowiedniej ilości metanu oraz wody w jednym z trzech stanów skupienia przy odpowiedniej temperaturze oraz ciśnieniu gazu. Warto też odnieść się do głębokości zalegania klatratów metanu. Klatraty metanu tworzą się poniżej tak zwanej strefy stabilności hydratów gazu GHSZ (Gas Hydrate Stability Zone), która w zależności od wysokości temperatury rozciąga się od głębokości poniżej 300 metrów pod lustrem wody w oceanie arktycznym, do 1100 m w głąb sedymentu, choć akurat w tym ostatnim przypadku odnaleziono złoża klatratów metanu występujące stosunkowo płytko bowiem na głębokości od 60 do 100 metrów poniżej linii wody. Inne warunki termalne charakterystyczne dla wiecznej zmarzliny przekładają się na głębokość występowania klatratów metanu. W tym przypadku jest to od 150 do 2000 metrów pod powierzchnią gruntu.²²⁷ Klatraty metanu były znane ludzkości wcześniej nikt jednak nie zainteresował się nimi na poważnie. Do czasu. Oficjalnie klatraty metanu zostały odkryte w 1888 roku przez francuskiego fizyka Paula Villarda a więc w dobie wielkich odkryć naukowych w dziedzinie fizyki, chemii, matematyki. Autorka pracy odniosła się do większości odkryć dokonanych przez polskich badaczy we wcześniejszej części rozprawy doktorskiej. Paul Villard doprowadził do wygenerowania klatratów metanu poprzez system doświadczeń fizyczno – chemicznych. Klatraty metanu łączą się z innymi hydratami, takimi jak etylen, podtlenek azotu czy też etan. Kilka dekad później, bowiem z początkiem czwartej dekady XXI stulecia amerykański chemik E.G. Hammerschmidt, doprowadził do reakcji chemicznej w wyniku, której nastąpiło wyodrębnienie hydratów metanu. W latach 60. XX wieku odkryto istotne z punktu widzenia przemysłu i co najważniejsze pozostające w stanie naturalnym ilości pokładów hydratów na Syberii Wschodniej. Podobne złoża znaleziono na szelfach kontynentalnych Oceanu Arktycznego. Początkowo nikt nie myślał o eksploatacji złóż hydratów metanu stawiając na konwencjonalne źródła zaopatrzenia w energię elektryczną bądź też ciepłą. Nie sprzyjały do tego warunki (obszar koła podbiegunowego) jak również i to chyba było najważniejsze brak ultranowoczesnych technologii na tyle efektywnych i tanich aby pozyskany produkt w

²²⁷ Ibidem, s. 39 – 55.

postaci metanu mógł się stać konkurencyjny w relacji do ropy naftowej, gazu ziemnego w końcu również węgla kamiennego oraz brunatnego. Za pierwszą próbkę klatratu metanu uważa się niewielkie ilości wydobyte z początkiem lat 80 XX stulecia u wybrzeży Gwatemali. Użyto do tego specjalistycznego statku Glomar Challenger. W 1996 roku, niemieckiej jednostce badawczej udało się pozyskać 50 kg hydratów metanu prosto z dna Oceanu Atlantyckiego, konkretnie zaś w pobliżu Oregon.²²⁸

Współcześnie rozważa się wykorzystanie klatratu metanu jako możliwego biorąc pod uwagę uwarunkowania techniczne źródła gazu ziemnego

Rysunek 14. Struktura budowy klatratu metanu



Źródło: *Klatrat metanu*, https://www.mozaweb.com/pl/Extra-Modele_3D-Klatrat_metanu-46036 [dostęp: 20.03.2024].

Klatraty metanu są białą, bezwonną substancją, która jak już poprzednio wspomniałam – wizualnie przypomina lód, ale różni się od niego ze względu na swoją strukturę krystaliczną oraz właściwości fizyczne. Warto przy tym podkreślić, iż przewodność cieplna hydratów metanu jest bliska przewodności zestalonego CO₂. Klatraty metanu są przy tym stosunkowo dobrze odporne na różnego rodzaju deformacje. Największe współcześnie

²²⁸ M. Rutkowski. *Płonący lód z głębin*, Wiedza i Życie, Warszawa 2002, s. 28–31.

nam znane pokłady klatratów metanu występują na samych szelfach kontynentalnych lub w ich obrębie. Klatraty metanu możemy również spotkać w wiecznej zmarzlinie, oraz na dnie największego rosyjskiego jeziora Bajkał leżącego w Syberii Wschodniej w rowie powstałym wskutek ścierania się dwóch płyt tektonicznych. Ważną informacją dla rozważań o potrzebie eksploatacji klatratów metanu jest to, iż zasoby metanu zawartego w klatratkach są zdecydowanie większe niż wszystkie dostępne globalne zasoby gazu ziemnego. Nic dziwnego, iż wzbudza to zainteresowanie ze strony państw, instytucji badawczych, konsorcjów energetycznych. Należy jednak gwoli ścisłości przyznać iż do tej pory nie uruchomiono żadnego poważnego czyli o strategicznym znaczeniu projektu, który zakładałby wydobycie klatratów na skalę przemysłową. Wynika to z szeregu przeszkód w tym tych odnoszących się do możliwości zanieczyszczenia środowiska naturalnego, jak również związanych z ograniczeniami produkcyjnymi będącymi pochodną braku odpowiednich to znaczy nowatorskich technologii. Niestety większość ze znanych technologii pozyskiwania klatratów metanu ma charakter mocno inwazyjny w relacji do potrzeb wynikających z konieczności ochrony środowiska naturalnego.²²⁹

Wśród innych cech klatratów metanu, które zasługują na uwagę należy wysoka odporność na deformacje co sprzyja procesom przemysłowej obróbki zmniejszając konieczność nadmiernych zabezpieczeń. Przyjęto uśredniony skład chemiczny: na 1 mol metanu przypada 5,75 mola wody, co odpowiada około 85% wody i 15% metanu masowo. Z jednego bowiem litra hydratów metanu wydzielić można 168 litrów gazowego metanu (w przeliczeniu na warunki normalne). Gęstość około 900 kg/m³ (0,9 g/cm³) czyni je nieznacznie lżejszymi od wody. Stabilność, przy ciśnieniu atmosferycznym, zapewnia temperatura niższa niż 193 K (-80°C). W innym wypadku hydraty metanu wymagają znacznego ciśnienia parcjalego metanu (~44,78 MPa w warunkach pokojowych), aby ochronić strukturę przed rozpadem. W przypadku stabilizacji innym gazem lub mieszaniną gazu następuje powolny proces wymiany cząsteczek zamkniętych w hydratach na cząsteczki gazu z otoczenia. Spala się równym, czerwonym płomieniem pozostawiając wodę. Hydraty metanu powstają przy spełnieniu dwóch warunków: obecności odpowiedniej ilości metanu (gazu ziemnego) i wody (w jednym z trzech stanów skupienia), odpowiedniej temperaturze oraz ciśnieniu parcjalego gazu wchodzącego do struktury. Naturalne hydraty metanu na Ziemi występują licznie na szelfach kontynentalnych i Jak już wcześniej wspomniałam złoża klatratów występują pod

²²⁹ P. Such, *Dekarbonizacja Europy a hydraty metanu*, Nafta-Gaz, Warszawa 2020, s. 696–700.

osadami podmorskimi (głównie na stokach kontynentalnych) oraz na terenach wiecznej zmarzliny, jak również na dnie jeziora Bajkał. Największe z dotychczas odkrytych występują w głębi oceanicznej Blake Ridge, u wybrzeży Karoliny Północnej. Bogate złoża zlokalizowane są również w Zatoce Meksykańskiej oraz na rozciągającym się na blisko 900 kilometrów rowie oceanicznym Nankai o charakterze tektonicznym a leżącym w pobliżu wybrzeży Japonii na Oceanie Spokojnym. Poszukiwania złóż klatratów metanu ułatwia fakt, że fale dźwiękowe rozchodzą się w nich dwukrotnie szybciej niż w zwykłych osadach dennych. Sprzyja to eksploracji.²³⁰

Wykorzystanie klatratów metanu, jako alternatywy dla tradycyjnych źródeł energii, takich jak gaz ziemny, węgiel kamienny oraz brunatny, jak również ropa naftowa, mogłoby się przyczynić do redukcji emisji gazów cieplarnianych. Wdrażanie nowych technologii w obszarze produkcji gazu z klatratów metanu dają nadzieję na poprawę sytuacji w obszarze środowiska naturalnego. Warto również zauważyć, iż badania nad klatratami metanu realizowane są także w obszarze możliwości ich wykorzystania jako nośnika energii. Metan uwięziony w klatratkach może być uwalniany i wykorzystywany jako paliwo do produkcji energii cieplnej oraz elektrycznej. Jednakże, co trzeba zauważyć, możliwe iż technologie do pozyskiwania metanu z klatratów nie pozwalają na pozyskiwanie gazu w ramach produkcji na skalę przemysłową, zaś te, które takie możliwości mogłyby przynieść pozostają w dalszym ciągu w fazie prac studyjnych wymagając przy tym dalszych pogłębionych badań zarówno w sferze teoretycznej, jak również w ramach przełożenia teorii na działania praktyczne²³¹.

Wraz z postępem w dziedzinie geologii oraz nauk o ziemi zyskujemy coraz lepsze zrozumienie formacji i właściwości klatratów metanu. Badania geofizyczne pozwalają nam obecnie na znacznie bardziej dokładniejsze niż miało to wcześniej miejsce mapowanie występowania klatratów metanu. Przy czym szczególnie istotne jest określenie zróżnicowanych warunków geologicznych, co stanowi kluczowy, niezbędny element do oceny wielkości zasobów. Jednym z głównych wyzwań technicznych związanych z wydobywaniem klatratów metanu jest opracowanie skutecznych metod ekstrakcji, które byłyby ekonomicznie opłacalne oraz co ważniejsze znacznie bardziej bezpieczne dla środowiska niż ma to miejsce obecnie. Metody te muszą uwzględniać warunki panujące w głębokich

²³⁰ G. Tobie, J.I. Lunine, C. Sotin, *Episodic outgassing as the origin of atmospheric methane on Titan*, New York 2006, s. 61–64,

²³¹ W. Kotowski, *Gaz zmrożony z wodą... Przyszłość w hydratách*, Energia Gigawat, Warszawa 2005, s. 30–40.

warstwach oceanicznych lub na obszarach wiecznej zmarzliny, gdzie często znajdują się duże złoża klatratów. Ponadto, istnieją badania nad wykorzystaniem klatratów metanu jako skutecznego nośnika energii, który można relatywnie łatwo przechowywać oraz transportować. Metan, uwięziony w klatratkach, może stanowić ważne źródło paliwa dla szeregu sektorów gospodarki państw rozwiniętych w tym dla w szczególności dotyczy to sektora energetycznego. W dłuższej perspektywie rozwój technologii związanych z klatratami metanu może przyczynić się do zmiany obecnego krajobrazu globalnego sektora energetycznego, zwiększając dzięki temu udział odnawialnych i alternatywnych źródeł energii w ostatecznym czyli sumarycznym bilansie energetycznym czołowych gospodarek naszego globu. Należy przy tym jednak pamiętać, iż aby osiągnąć założony cel, niezbędnym jest dalsze inwestowanie w badania naukowe w tym w szczególności w dziedzinie nowych, innowacyjnych technologii.²³²

Klatraty metanu mogą też znaleźć swoje miejsce jako paliwo dla pojazdów i instalacji przemysłowych. Wprowadzenie nowych technologii magazynowania oraz transportu może umożliwić wykorzystanie to przy tym podkreślić, iż klatratu metanu stanowią alternatywną wobec dotychczas istniejącej formę energii wskutek zastosowania, której może nastąpić znaczna redukcja emisji gazów cieplarnianych jak również co łączy się z tym pierwszym wyraźne ograniczenie zależności od tradycyjnych paliw kopalnych takich jak choćby węgiel kamienny oraz brunatny. Z uwagi na istniejące potencjalne ryzyko związane z pozyskiwaniem oraz dalszym wykorzystaniem klatratów metanu, konieczne jest prowadzenie badań nad skutecznymi strategiami zarządzania ryzykiem oraz opracowanie odpowiednich regulacji czy standardów bezpieczeństwa. Ważne jest również uwzględnienie szeregu aspektów społecznych oraz ekonomicznych szczególnie w dobie promocji zasad gospodarki zrównoważonego rozwoju.²³³ Pod koniec XX w. pojawiły się spekulacje o istnieniu klatratów metanu na Marsie. W obszarze tym istnieje zainteresowanie możliwością pozyskania klatratów metanu z Marsa ze strony odpowiednich instytucji reprezentujących Polską Akademię Nauk podobnie jak rzecz się dzieje w przypadku wodoru. W przeciwieństwie do strony polskiej, której możliwości są w tym obszarze mocno ograniczone inni przystąpili do działania z większą intensywnością oraz co naturalne w tym przypadku

²³² *Hydraty metanu – gazowe eldorado czy „metanowy pistolet”?*, <https://trendywenergetyce.pl/hydraty-metanugazowe-eldorado-czy-metanowy-pistolet> [dostęp: 9.02.2024].

²³³ A. Rabajczyk, *Zagrożenia dla środowiska wynikające z eksploatacji klatratów metanu – studium oceny oddziaływania na środowisko*, Górnictwo i Geoinżynieria, Warszawa 2011, s. 30.

większymi efektami. W 1997 roku w USA powstał nawet *Program do spraw hydratów metanowych*, który był realizowany przez Narodowe Laboratorium Technologii Energetycznych (NETL). W 1999 roku dokonano próbnego odwiertu we wspomnianym już przeze mnie we wcześniejszej części tego podrozdziału pracy doktorskiej rowie Nankai. Zdecydowały o tym specyficzne właściwości tego rowu tektonicznego. W 1999 roku czasopismo „Georgian Transport System” podało informację o wynoszących 700 mld m³ złożach hydratów na południowy wschód od Baku. Wydobycie z istniejących w tym regionie świata pokładów ma prowadzić wielki koncern energetyczny firma BP. W 2001 roku międzynarodowe konsorcjum, złożone z organizacji rządowych jak również komercyjnych z USA, Kanady, Japonii, Niemiec i Indii, podjęło próbę eksploatacji złóż w delcie rzeki Mackenzie w Kanadzie, w okolicy miejscowości Mallik. Do złóż wtłoczono wodę o temperaturze 60°C w czego następstwie w relatywnie szybkim okresie bowiem po 5 – 6 godzinach zaczął wydobywać się metan. Hydraty wydobywa się obecnie przede wszystkim przez wtłaczanie do złóż gorącej wody (by roztopić lód) oraz dokonywanie odwiertów, w celu obniżenia ciśnienia. Metoda ta jest niestety stosunkowo mało wydajna jeśli za punkt odniesienia wziąć relację poniesionych kosztów do uzyskanego zysku. Za najbardziej obecnie efektywną metodę uchodzi użycie mikrofal o ściśle określonej częstotliwości co ma na celu ogrzanie hydratów.²³⁴

Na koniec rozważań o klatratkach metanu warto oddać głos specjalistom z tego obszaru. I tak M.M. Jabłońska analizując klatratki metanu pisze, iż: „ich likwidacja może stanowić poważny problem; zarówno dla przemysłu, jak i dla środowiska przyrodniczego. Hydraty metanu, a w szczególności uwalniany z nich metan, stanowią czynnik zanieczyszczający nie tylko środowisko wodne, ale również atmosferę. Hydraty przyczyniają się do wzmocnienia efektu cieplarnianego na Ziemi oraz stanowią poważne zagrożenie dla morskiej flory i fauny. Związki metanu, uchodzące z mórz i oceanów do atmosfery, stanowią niebezpieczeństwo dla transportu morskiego i powietrznego”.²³⁵ Inny ekspert sektora rynku paliw Aleksandra Sikora z kolei zauważa, że: „Rezerwy hydratów metanu zawarte w skałach osadowych (zarówno oceanicznych, jak i kontynentalnych) zawierają według różnych szacunków od 200% do 1000% więcej gazu, niż obecnie znane rezerwy konwencjonalnego

²³⁴ B. Buffett, D. Archer, *Global inventory of methane clathrate: sensitivity to changes in the deep ocean*, „Earth and Planetary Science Letters”, New York 2004, s. 185–199.

²³⁵ M.M. Jabłońska, *Hydraty metanu źródłem zanieczyszczenia atmosfery i środowiska*, „Nafta-Gaz” 2010, nr 3, s. 209.

gazu ziemnego dodajmy coraz trudniejszego ze względu na uwarunkowania geologiczne, środowiskowego w eksploatacji.²³⁶

Reasumując powyższe oznacza to, że jako społeczeństwo powinniśmy być otwarci na wykorzystanie klatratów metanu w energetyce na szeroką skalę, jednakże powinniśmy przeprowadzić najpierw skuteczne metody wdrożenia energetyki wodorowej w sposób przemyślany, przy zachowaniu wszelkich norm, w celu wywarcia pozytywnego wpływu na środowisko naturalne. Wydaje się to łatwiejsze od eksploatacji klatratów metanu. Stan ten to jednak stan na dzień dzisiejszy co oznacza, iż przy dynamice zmian globalnych można się spodziewać jeszcze wielu niespodzianek również tych w obszarze nauki. Warto o tym wszystkim pamiętać budując nowe konstrukcje oparte na nowych technologiach.

²³⁶ A. Sikora, M. Sikora, *Główne przesłanki polityki rządu wobec energetyki w świetle Polityki Energetycznej Polski do 2040 roku. Wodór paliwem pierwszej połowy XXI wieku*, Energetyka – Społeczeństwo – Polityka, Warszawa 2018, s. 7–21.

ZAKOŃCZENIE

W niniejszej dysertacji, pt. *Polityczne, gospodarcze i techniczne aspekty przeobrażeń sektora gazu ziemnego w Polsce po przełomie 1989 roku* dokonano możliwe najbardziej kompleksowej analizy wybranych (studium przypadku) – politycznych, gospodarczych oraz technicznych – aspektów polityki bezpieczeństwa energetycznego państwa. Wyniki uzyskane w trakcie badań, w tym kwerendy źródeł polskich i obcojęzycznych, ujawniły relatywnie wysoką dynamikę zmian, przekształceń polskiego sektora gazu ziemnego z tym, że o ile w pierwszym okresie po 1989 roku możemy mówić o maksymalizacji działań na rzecz utrzymania bezpieczeństwa energetycznego Polski na niezmiennym poziomie, o tyle w ostatniej dekadzie ujawniły się częściowo zrealizowane nowe koncepcje zrębów współczesnej polityki bezpieczeństwa energetycznego, zgodnej z racją stanu. Cele i zadania ewaluowały. Jako punkt wyjścia należy podkreślić konieczność zapewnienia polskiej gospodarce, ale również odbiorcy indywidualnemu, możliwość bezpieczeństwa energetycznego na poziomie odpowiedniej i niezawodnej wielkości dostaw. Z czasem, gdy stało się to możliwe, rozpoczęto prace studyjne nad budową polskiego hubu gazowego, które zdaniem autorki rozprawy były i są realizowane na wyrost. Tak sformułowana opinia podyktowana jest przeświadczeniem o relatywnie niewielkim znaczeniu naszego sektora energetycznego, w szczególności jego gałęzi gazowej, nie tylko w ujęciu europejskim, ale i nawet lokalnym. Nie mniej jednak podjęte w analizowanym okresie działania polityczne, w tym decyzje o dywersyfikacji źródeł dostaw gazu, inwestycje w infrastrukturę krytyczną oraz aktywne uczestnictwo w tworzeniu polityki energetycznej Unii Europejskiej, miały decydujące znaczenie dla zwiększenia niezależności Polski od dominujących dostawców, a przede wszystkim od Rosji. Realizacja tych celów była możliwa dzięki świadomemu kształtowaniu polityki energetycznej, opartej na przemysłanych strategiach i dalekosiężnym planowaniu. Z perspektywy gospodarczej, inwestycje w sektorze gazu ziemnego, w tym rozwój terminalu LNG w Świnoujściu oraz plany dotyczące Baltic Pipe, przyczyniły się do wzrostu konkurencyjności polskiego rynku gazu, co z kolei wpłynęło na poprawę bezpieczeństwa energetycznego oraz na warunki cenowe dla odbiorców końcowych. Jednocześnie, otworzyło to Polskę na nowe rynki i możliwości handlowe, podkreślając jej rolę, jako ważnego gracza na energetycznej mapie Europy.

Aspekty techniczne transformacji sektora odgrywały równie istotną rolę, umożliwiając

wdrażanie innowacyjnych rozwiązań, które zwiększały efektywność i bezpieczeństwo systemu gazowego. Rozwój nowych technologii, zarówno w zakresie wydobycia, jak i dystrybucji gazu ziemnego, pozwolił na lepsze wykorzystanie krajowych i importowanych zasobów, a także na redukcję wpływu sektora na środowisko. Lata 2004–2022 dla sektora gazu ziemnego w Polsce były okresem intensywnych i wielowymiarowych przemian, które miały zasadnicze znaczenie dla kształtowania polityki energetycznej kraju. Transformacja ta, będąca odpowiedzią na wyzwania polityczne, gospodarcze i techniczne, nie tylko znacząco zwiększyła bezpieczeństwo energetyczne Polski, ale również umocniła jej pozycję na rynku europejskim. Przyszłość sektora gazu ziemnego w Polsce rysuje się w perspektywie dalszych innowacji i rozwoju, z naciskiem na zrównoważone wykorzystanie zasobów i integrację z europejskimi dążeniami do osiągnięcia neutralności klimatycznej. Dalsze działania w tym kierunku będą wymagały zarówno kontynuacji polityki dywersyfikacji i inwestycji, jak i adaptacji do zmieniającego się globalnego kontekstu energetycznego oraz środowiskowego.

Autorka pozytywnie zweryfikowała przyjęte tezy (główną) oraz część szczegółową pracy. W pierwszym przypadku teza główna, głosząca, iż: *wzrost konsumpcji gazu ziemnego zwiększa jego rolę i znaczenie w obszarze polityki bezpieczeństwa energetycznego oraz jego udziału w debacie politycznej zarówno w wymiarze krajowym jak również zagranicznym co nie pozostaje bez znaczenia dla kształtowania kultury strategicznej państwa, racji stanu czy też szerzej relacji globalnych* wydaje się w pełni zweryfikowana poprzez szereg argumentów przedstawionych w pracy przemawiających za ścisłymi związkami polityki bezpieczeństwa energetycznego – zarówno z polityką o wymiarze międzynarodowym, jak również tą o charakterze wewnętrznym. Być może nieco trywializując można by pokusić się o opinię, iż weryfikacja została dokonana poprzez polityczny, gospodarczy i militarny aspekt agresji rosyjskiej wobec Ukrainy i mających z tym związku licznych reperkusji. Druga z postawionych hipotez szczegółowych, będących dopełnieniem hipotezy głównej zakładała, iż: *możliwości zapewnienia bezpieczeństwa gazowego we własnym zakresie korzystnie wpływa na bezpieczeństwo państwa w wymiarze politycznym, ekonomicznym oraz społecznym mierzonym zarówno w obszarze całego kraju jak również definiowanego poprzez pryzmat uwarunkowań regionalnych*. Również i w tym zakresie jest to aż nadto widoczne w przypadku państw, które posiadają odpowiednie pokłady surowca. Należy przy tym jednak nadmienić, iż może to również dotyczyć pokładów będących własnością firm kraju pełniącego rolę miejsca docelowego dostaw gazu ziemnego, choć niekoniecznie

pokrywającego się z jego jurysdykcją graniczną (będące własnością Polski norweskie pokłady gazu ziemnego).

Proces budowy polityki bezpieczeństwa energetycznego ma charakter stały. Może oczywiście przyspieszać, zwalniać czy dostosowywać się do uwarunkowań zewnętrznych. Jedno nie ulega wątpliwości – dopóki nasz, ludzki gatunek będzie zamieszkiwał planetę nie może być mowy, aby mógł się obyć bez zaopatrzenia w energię. Tak więc mit prometejski, który legł u zarania ludzkości (również i mojej pracy), jest w dalszym ciągu obowiązujący, z tym jednak zastrzeżeniem, iż to my wszyscy jesteśmy odpowiedzialni za kreację polityki bezpieczeństwa energetycznego i nikt nas w tym nie wyręczy.

BIBLIOGRAFIA

Monografie i czasopisma

1. Badyda K., *Trendy, uwarunkowania i perspektywy budowy bloków gazowo-parowych w Polsce*, „Rynek Energii” 2013, nr 5.
2. Barcz J., Ruchniewicz K., *Akt symboliczny. Świadczenia z Niemiec dla ofiar zbrodni nazistowskich w Polsce. Formuła „pragmatyczna” w świetle porozumień z lat 1991 i 2000*, Centrum Studiów Niemieckich i Europejskich im. Willy’ego Brandta Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2022
3. Bąk P., Turek M., *Identyfikacja czynników wpływających na wielkość produkcji w kopalniach węgla kamiennego*, Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management, PAN, Warszawa 2024
4. Bielewicz A., *Zarządzanie strategicznymi programami: terminal LNG i budowa sieci gazociągów*, „ICAN Institute”, Warszawa 2018.
5. Błaszczuk-Zawiła M., Kopeć U., *Bezpośrednie inwestycje zagraniczne w wybranych krajach Europy Środkowej i Wschodniej*, Warszawa 2024
6. Bojarski W., *Bezpieczeństwo energetyczne*, Wokół Energetyki, Warszawa 2004, t. 7, nr 3.
7. Brzezinski K., *Weryfikacja i testowanie*, Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne, Warszawa 2010
8. Buffett B., Archer D., *Global inventory of methane clathrate: sensitivity to changes in the deep ocean*, „Earth and Planetary Science Letters” 2004, 227 (3–4).
9. Całus D., Flasza J., Szczepański K., Michalski A., Luf R., *Możliwości i Horyzonty ekoinnowacyjności*, Warszawa 2017
10. Checchi, A., Behrens, A., Egenhofer, Ch., *Long-Term Energy Security Risks for Europe: A Sector-Specific Approach*, “SSRN Electronic Journal” 2009, nr 309.
11. Chen S., Zhu Y., Wang H., Liu H., Wei W., Fang J., *Shale gas reservoir characterization: a typical case in the southern Sichuan Basin of China*, “Energy” 2011, Pekin, nr 36
12. Chmielarz P., *Analiza bezpieczeństwa energetycznego Rzeczypospolitej Polskiej w zakresie dostaw gazu ziemnego w latach 2015–2021 w powiązaniu z działaniami politycznymi oraz prawnymi*, Rocznik Integracji Europejskiej, Poznań 2023
13. Chmielewski, A., *Bezpieczeństwo energetyczne państwa. Geopolityczne uwarunkowania*, Wydawnictwo M.M., Warszawa 2009.
14. Chromik M., *Koncepcja magazynowania nadwyżek energii elektrycznej w postaci wodoru w kawernach w złożach soli kamiennych w Polsce – wstępne informacje*, „Przegląd Solny” 2016
15. Churski P., Perdał R., Borowczak A., *Zróżnicowania rozwojowe na poziomie lokalnym a absorpcja środków polityki spójności – wyzwania krajowej polityki rozwoju, Przyszłość wolności. Wymiar krajowy – regionalny – międzynarodowy*, Kraków 2014

16. Czaputowicz J., *Bezpieczeństwo międzynarodowe. Współczesne koncepcje*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.
17. Czernicka M., *Realizm i liberalizm w badaniach nad bezpieczeństwem i polityką bezpieczeństwa państwa*, „Przegląd Europejski” 2018, nr 1
18. Czołgała M., *Górnictwo nafty i gazu w minionym 35-leciu PRL. PRL oraz kierunki rozwoju*, „NAFTA” 1982, nr 12.
19. Czop M., *Analiza technologicznych parametrów instalacji do wstępnego przetwarzania odpadowych tworzyw sztucznych, Studium przypadku*, „Przemysł Chemiczny” 2020, Warszawa, nr 1
20. Ćwiek-Karpowicz J., *Postrzeżenie i definiowanie bezpieczeństwa energetycznego w warunkach kryzysu na Ukrainie*, „Polityka Energetyczna” 2016, t. 19, z. 1
21. Dobrowolski P.T., *Latająca Europa. Balony w XVIII wieku*, „Kwartalnik historii kultury materialnej” 2015
22. Dolega W., *Ocena krajowego technicznego poziomu bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej, Zagrożenia dla bezpieczeństwa energetycznego Polski i UE*, Warszawa 2023
23. Dolega W., *Wybrane aspekty krajowego technicznego poziomu bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN” 2023, nr 109
24. Elul H., Boykin J.H., Havalic M., *Gas Supply and LNG Arbitrations, The Guide: Energy*.
25. Fa W., Jin Y-Q., *Quantitative estimation of helium-3 spatial distribution in the lunar regolith layer*, Icarus. 190 (1), New York 2007
26. Fehler W., [w:] *Wyzwania zagrożenia i zmiany na wschodzie - perspektywa polska*, „Studia Wschodnioeuropejskie” 2019, nr 11
27. Fehler W., *O pojęciu polityki wewnętrznego bezpieczeństwa państwa*, „Studia Prawnoustrojowe” 2014, nr 23
28. Flieger M., Baszyński A., Jantóń-Drozdowska A., Juskowiak E., Hadryjańska A., Przybylska-Kapuścińska B., Błaszak W., Metoshop M., Fedorowicz I., Polinkevych I., Kuzmak O., Puslecki O., Stankowska Z., Kamiński I., Flotyński R., Świdorski M., Janowski M., Mikołajewicz-Woźniak J., Kulbacka Al., Haliuk Al., *Koncepcja zrównoważonego rozwoju w ekonomii, finansach i zarządzaniu*, Warszawa 2024
29. *Gaz-system, Gazociąg Niechorze-Płoty, Realizowany w ramach projektu Baltic Pipe*, 2022.
30. Gibbons R., Nathan D., *Thermodynamic data of helium-3*, New York 1967
31. Gierszewski J., *Wokół Uniwersum nauk o bezpieczeństwie*, Warszawa 2022,
32. Goes C., Beckers E., *The Impact of Geopolitical Conflicts on Trade, Growth, and Innovation*, World Trade Organisation.
33. Golaszewski J., *Technologie rynkowe przetwarzania biomasy lignocelulozowej do biopaliw stałych, ciekłych i gazowych*, Wydawnictwo UWM, Olsztyn, 2020.
34. Gradziuk A., Lach W., Poseł-Częścik E., Sochacka K., *Co to jest bezpieczeństwo energetyczne państwa*, „Sprawy Międzynarodowe” 2005, nr 3

35. Gruszewska E., Karpińska K., Protasiewicz A., *Wzrost, Rozwój i Polityka Gospodarcza*, Polskie Towarzystwo Ekonomiczne, Białystok 2018
36. Grządzielski W., Mróz T., *Analizy rozwoju systemu gazowego z wykorzystaniem analitycznego procesu hierarchicznego*, „Rynek Energi” 2011, nr 3
37. Grządzielski W., *Rola sieci gazowej w transformacji energetycznej*, Rynek Energii, Warszawa 2021
38. Hadro J., *Strategie poszukiwań gazu w łupkach i ich uwarunkowania ekonomiczno-prawne*, 2010.
39. Harari Y.N., *Sapiens Od zwierząt do bogów*, Warszawa 2012
40. Hebda W., *Gazociąg Północ-Południe oraz rozwój sektora gazowego realną szansą dla zrównoważonego rozwoju Polski. Zrównoważony rozwój*, Warszawa 2015
41. Heder A., Tkocz M., *Funkcjonowanie górnictwa węgla kamiennego w gospodarce opartej na wiedzy*, „Studies of the Industrial Geography Commission of the Polish Geographical Society” 2013, nr 21
42. Helnarska K.J., *Podstawowe metody badawcze w politologicznych pracach doktorskich*, „Zeszyty Naukowe Akademii Sztuki Wojennej” 2009, t. 3, nr 76
43. Hildebrandt-Radke I., *Stratygrafia osadów fosy i strefy krawędziowej na stanowisku archeologicznym w Bruszczewie jako rezultat jego użytkowania w pradziejach*, Landform Analysi, Poznań 2011
44. Hueso R., *Impact flux on Jupiter, From superbolides to large-scale collisions*, “Astronomy and Astrophysics” 2013, 560
45. Jabłońska M.M., *Hydraty metanu źródłem zanieczyszczenia atmosfery i środowiska*, „NaftaGaz” 2010, nr 3
46. Jankowska I.M., *Bezpieczeństwo energetyczne w polityce bezpieczeństwa państwa*, „Studia Lubuskie”, Sulechów 2015
47. Janocha, A., *Badania separacji siarkowodoru z gazu zasiarczonego przy różnych konfiguracjach modułów membranowych*, Państwowy Instytut Badawczy, „Nafta i Gaz” 2019, nr 4.
48. Janowski M. i in., *Polityka bezpieczeństwa energetycznego państw Europy ŚrodkowoWschodniej. Rola i znaczenie Grupy Wyszehradzkiej*, Warszawa 2016.
49. Jopek D., Hołuj A., *Planowanie przestrzenne i jego efekty zewnętrzne, Polityka miejska – wybrane aspekty zarządzania rozwojem*, Kraków 2023
50. Kaczmarek M., *Bezpieczeństwo energetyczne Unii Europejskiej*, Warszawa 2010
51. Kaproń H., Wasilewski A., *Gaz ziemny paliwem XXI wieku*, Kaprint, Lublin 2012
52. Kargel J.S. i in., *Europa's Crust and Ocean: Origin, Composition, and the Prospects for Life*, „Icarus” 2000, 148 (1).
53. Karnkowski P., *Problem poszukiwań i dystrybucji ropy naftowej i gazu ziemnego w okresie PRL*, Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo, Warszawa 1984
54. Kashyryn Y., Narloch P., Skrzyński T., *Bezpieczeństwo energetyczne UE i Ukrainy w obliczu agresji ze strony Rosji*, „Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis” 2023
55. Kissinger H., *Dyplomacja*, Warszawa 2016

56. Klamut M., *Postrzeżenie rozwoju regionów przez politykę spójności Unii Europejskiej*, „Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2010, nr 95
57. Klepka R., *Bezpieczeństwo jako nowy paradygmat badawczy*, Kraków 2023
58. Kłaczyński R., *Bezpieczeństwo energetyczne obszaru Unii Europejskiej*, [w:] A. Życki (red.), *Młoda politologia, Europa XXI wieku*, Wydział Zarządzania i Administracji Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, ELIPSA, Kielce 2013, t. 2,
59. Kłaczyński R., Kozera Ł., *Europejska polityka energetyczna: wybrane aspekty politycznoprawne*, Europejskie Stowarzyszenie Promocji Nauki, Kraków 2014
60. Kłaczyński R., *Perspektywy wydobywania gazu łupkowego w Polsce na tle światowego rynku gazu niekonwencjonalnego*, [w:] A. Kozera (red.), *Suspil'stvo, ekonomika, bezpeka, No 5: zbirnik naukovih prac'*, Pin'čuv: Viša Škola kvalifikaciï, Žitomir 2013.
61. Kłaczyński R., *Polityka energetyczna Unii Europejskiej: zasoby, możliwości, perspektywy, innowacje dla bezpiecznego i zintegrowanego rozwoju*, [w:] T. Jarockiego, (red.), *Kapitał, Gospodarka, zarządzanie bezpieczeństwem*, Kielce 2016
62. Kochanowska K., Przygodzki M., *Długoterminowa analiza scenariuszy miksów energetycznych na tle rozwoju odnawialnych źródeł energii*, „Energetyka” 2022, nr 10.
63. Koczan M., *Polska jako hub gazowy – możliwości współpracy z wybranymi państwami Europy Środkowej i Wschodniej*, „Rocznik Instytutu Europy Środkowo-Wschodniej” 2022, 20, z. 4.
64. Koczan M., *Polska jako hub gazowy – możliwości współpracy z wybranymi państwami Europy Środkowej i Wschodniej*, „Rocznik Instytutu Europy Środkowo-Wschodniej” 2022, z. 4
65. Koguty F.H., *On na stale zacienionych księżycowych powierzchniach polarnych*, Warszawa 2013
66. Koguty F.H., *On na stale zacienionych księżycowych powierzchniach polarnych*, „Ikar” 2010, 206 (2).
67. Korzeniowski R., Schmidt P., *Bezpieczeństwo w wymiarze hard power i soft power*, Olsztyn 2017
68. Kotowski W., *Gaz zmrożony z wodą... Przyszłość w hydratách*, Energia Gigawat, Warszawa 2005
69. Król A., Kukulska-Zajac E., Holewa-Rataj J., Gajec M., *Wodór jako element transformacji energetycznej*, „Nafta-Gaz” 2022, nr 7.
70. Kukułka J., *Nowe uwarunkowania i wymiary bezpieczeństwa międzynarodowego Polski*, „Wieś i Państwo” 1995, nr 1
71. Leszczyński T., *Dywersyfikacja dostaw gazu ziemnego w Unii Europejskiej*, „Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki” 2008, nr 1
72. Lis W., *Szantaż energetyczny jako środek kształtowania polityki zagranicznej Rosji a bezpieczeństwo energetyczne krajów byłego ZSRR*, Warszawa 2004
73. Łoś-Nowak T., *Stosunki międzynarodowe. Teorie, systemy, uczestnicy*, Wrocław 2000.
74. Łukańko Ł., Macuda J., Hadro J., *Environmental implications of shale gas, Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie*, Warszawa 2011

75. Łukańko Ł., Macuda J., Hadro J., *Środowiskowe implikacje gazu łupkowego — Environmental implications of shale gas. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie*, Kraków 2011
76. Maciejewski J., Nowaczyk O., *Bezpieczeństwo narodowe a grupy dyspozycyjne*, Wrocław 2005
77. Mahmud B., Ermila M., Bennour Z., Mahmud W., *A Review of Fracturing Technologies Utilized in Shale Gas Resources, Emerging Technologies in Hydraulic Fracturing and Gas Flow Modelling*, <https://www.intechopen.com/chapters/72128> [dostęp: 27.12.2023].
78. Makogon J.F., *Hydrates of hydrocarbons*, Tulsa PennWell Books, New York 1997
79. Martineau D.F., *History of the Newark East field and the Barnett Shale as a gas reservoir*, "AAPG Bull." 2007, 91(4),
80. Micek D., Kocór M., Worek B., Szczucka A., *Spoleczne uwarunkowania funkcjonowania klastrów energii w Polsce, Raport podsumowujący analizę studium przypadku wybranych klastrów*, Kraków 2021
81. Misiągiewicz J., *Bezpieczeństwo energetyczne jako kategoria badawcza studiów bezpieczeństwa*, „Facta Simonidis” 2023, nr 16,
82. Misiągiewicz J., *Gazociąg Nord Stream 2 – wyzwaniem dla bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej*, „Facta Simonidis” 2019
83. Motowidlak T., *Dylematy Polski w zakresie wdrażania polityki energetycznej Unii Europejskiej*, „Polityka Energetyczna” 2018, t. 21, z. 1,
84. Motowidlak U., *Rozwój transportu a paradygmat zrównoważonego rozwoju*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2017, nr 337
85. Mrozowska S., Wendt J., Tomaszewski K., *The Challenges of Poland’s Energy Transition*, “Energies” 2023, nr 16
86. Olech A., *Turcja wybiera energię z Rosji. Jak zareaguje na to Sojusz?, Komentarz OZW*, Warszawa 2022, nr 24
87. Olken M., *Public Policy in Energy – directives from ground the World – From the editor*, “IEEE Power & Energy Mag.” 2009, Vol 7, No 5, Sept/Oct.,
88. Olsztyńska I., *„Zielone” paliwa w transporcie*, *Logistyka*, Warszawa 2020
89. Osheroff D.D., Gully W.J., Richardson R.C., Lee D.M., *Nowe zjawiska magnetyczne w cieczy Hel 3 poniżej 3 mK, Listy z przeglądu fizycznego*, New York 1972
90. Pach-Gurgul A., *Perspektywy wykorzystania gazu łupkowego w energetyce Unii Europejskiej*, Kraków 2013.
91. Papadis E., Tsatsaronis G., *Challenges in the decarbonization of the energy sector*, Energy, Amsterdam 2020
92. Pikul M., *Instrumenty komunikowania politycznego i ich determinanty*, CEJSH, Warszawa 2009
93. Piwowarski J., *Kultura bezpieczeństwa a zarządzanie bezpieczeństwem*, „Studia i Materiały, Miscellanea Oeconomicae” 2014, nr 18
94. Pokruszyński W., *Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka*, Warszawa 2012
95. Pokruszyński W., *Polityka, a strategia bezpieczeństwa*, Józefów 2011

96. Porębski Ł., *Militarne aspekty światowego układu sił*, [w:] R. Borkowski (red.), *Konflikty współczesnego świata*, Kraków 2001
97. Pronińska K.M., *Bezpieczeństwo energetyczne w stosunkach UE-Rosja. Geopolityka i ekonomia surowców energetycznych*, Warszawa 2012.
98. Przygodzki Z., *Terytorialny wymiar kapitału ludzkiego*, „Gospodarka narodowa” 2019, 4 (300).
99. Ptak-Kostecka Z., *Studium przypadku case study*, „Biuletyn Badawczy CKE” 2005, nr 4,
100. Rabajczyk A., *Stabilność klatratów metanu a środowisko*, „Rocznik Świętokrzyski. Seria B – Nauki Przyrodnicze” 2009
101. Rabajczyk A., *Zagrożenia dla środowiska wynikające z eksploatacji klatratów metanu – studium oceny oddziaływania na środowisko*, Górnictwo i Geoinżynieria, Warszawa 2011
102. *Raport Ocena zasobów wydobywalnych gazu ziemnego i ropy naftowej w formacjach łupkowych*, Państwowy Instytut Geologiczny, Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2012
103. Rewizorski M., Rosicki R., Ostant W., *Wybrane aspekty bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej*, Difin, Warszawa 2013
104. Rogers J., *A Polywell Fusion Reactor Designed for Net Power Generation*, “Journal of Fusion Energy” 2018,
105. Rosicki R., *Międzynarodowe i europejskie koncepcje zrównoważonego rozwoju*, „Przegląd Naukowo-Metodyczny” 2010, nr 4,
106. Rosińska-Bukowska M., *Wpływ sankcji ekonomicznych na handel międzynarodowy – analiza zmian w wymianie handlowej UE–Rosja*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania” 2015, nr 41, t. 1,
107. Rudnick H., *Public Policy and Energy – alternative paths to supplies – Guest editorial*, “IEEE Power & Energy Magazine” 2009, Vol 7, No 5, Sept/Oct.,
108. Ruszel M., *Infrastruktura energetyczna Polski filarem bezpieczeństwa energetycznego i konkurencyjności gospodarki. Ku przyszłości. O Polsce za 25 lat*, Warszawa 2015
109. Ruszel M., *Infrastrukturalne możliwości dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego do Polski w perspektywie 2020 roku*, Humanities and Social Sciences quarterly, Warszawa 2013
110. Ruszel M., *Rola Unii Europejskiej w kształtowaniu bezpieczeństwa energetycznego Polski, Polska w Unii Europejskiej. Bilans dekady*, Warszawa 2013
111. Ruszkowski P., *Problemy polskiej energetyki w perspektywie socjologicznej*, EnergetykaSpołeczeństwo-Polityka, Warszawa 2015
112. Rutkowski M., *Płonący lód z głębin*, „Wiedza i Życie” 2002
113. Rydlewski G., *Rząd premiera Jerzego Buzka: ważne ogniwo procesu zmian demokratycznych i rozwojowych w Polsce po 1989 roku*, Warszawa 2018
114. Ryzhkov S., *Helium-3 Based Fusion Plasma, Problems of Atomic Science and Technology*, New York 2008
115. Sano Y., Wakita H., Hiroshi H., Chin-Wang Y., *Strumień helu na obszarze lądowym kontynentalnym oszacowany na podstawie stosunku $3\text{He}/4\text{He}$ w północnym Tajwanie*, Tokyo 1993

116. Saw S.H., Damideh V., Lee P., Rawat R.S., Lee S., Sing, *Comparative Study of Fast and Slow Focus Modes in INTI Plasma Focus for Deuterium, Neon and Argon Operation*, Warszawa 2016
117. Sawulski J., *Potencjalne ryzyka związane z przystąpieniem do strefy euro – doświadczenia państw Europy Środkowo-Wschodniej*, Warszawa 2019
118. Sikora A., Sikora M., *Główne przesłanki polityki rządu wobec energetyki w świetle Polityki Energetycznej Polski do 2040 roku. Wodór paliwem pierwszej połowy XXI wieku*, Energetyka – Społeczeństwo – Polityka, Warszawa 2018
119. Simko T., Gray M., *Lunar Helium-3 Fuel for Nuclear Fusion: Technology, Economics, and Resources*, "World Future Review" 2014, New York, t. 6,
120. Siotor J., *Ukraina a tranzyt rosyjskiego gazu do Unii Europejskiej, Stan obecny oraz perspektywy na przyszłość*, Wschodnioznawstwo, Warszawa 2020
121. Skrzyński T., *Między decyzją o budowie Gazociągu Północnego – a uruchomieniem terminalu w Świnoujściu. Znaczenie gazu ziemnego w polityce zagranicznej Polski w latach 2005–2015*, Warszawa 2018
122. Slyuta E.N., Abdrakhimow A.M., Galimov E.M., *Oszacowanie prawdopodobnych rezerw helu-3 w księżycowym regolicie*, 38 Konferencja Nauk o Księżycu i Planetach, 12–16 marca 2007, Uniwersytet Warszawski 2020
123. Smith L., Trenberth K.E., *Masa atmosfery: ograniczenie analiz globalnych*, „Dziennik Klimatu” 2005, 18 (6).
124. Solecki R., Kobis R., *Wpływ funduszy europejskich na rozwój przedsiębiorczości... – rola Małopolskiego Centrum Przedsiębiorczości w wykorzystaniu funduszy europejskich w województwie małopolskim*, Przedsiębiorczość – Edukacja, Warszawa 2023
125. Stolarczyk M., *Rosja w polityce zagranicznej Polski w okresie pozimnowojennym (aspekty polityczne)*, „Rozprawy, studia i artykuły”, Warszawa 2013
126. Such P., *Dekarbonizacja Europy a hydraty metanu*, „Nafta-Gaz” 2020
127. Surygała J., *Wodór jako paliwo*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2008.
128. Szachon-Pszenny A., *Wojna w Ukrainie jako czynnik zmiany zasad przekraczania granicy zewnętrznej Unii Europejskiej*, Warszawa 2023
129. Szafranski A., *Prawo energetyczne wartości i instrumenty ich realizacji*, Warszawa 2014
130. Szoluchna A., *Gaz łupkowy w Polsce, Historia, Magia, Protest*, Warszawa 2021
131. Szuflicki M., Malon A., Tymiański M. (red.), *Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2019 r.*, PIG-PIB, Warszawa 2020.
132. Szurlej A., *Możliwości konkurencyjności gazu ziemnego jako surowca do wytwarzania energii elektrycznej*, „Gospodarka Surowcami Mineralnymi” 2008, nr 24,
133. Tatsuki M., Tsuyoshi Y., Haskell J.K., Elliott T., *The First Century of Mitsui O.S.K. Lines, Ltd.*, “Mitsui O.S.K. Lines” 1985, Japan.
134. Tobie G., Lunine J.I., Sotin Ch., *Episodic outgassing as the origin of atmospheric methane on Titan*, „Nature” 2006, 440 (7080).

135. Tomaszewski K., *Bezpieczeństwo energetyczne państwa, Trzy wymiary współczesnego bezpieczeństwa*, ELIPSA Publishing House, Warszawa 2019
136. Tomczyk M., Kościelecki T., *Rola gazu w bezpieczeństwie energetycznym Polski*, Safety & Defense, Warszawa 2016
137. Trocki M., Wyrozębski P., *Planowanie przebiegu projektów*, Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie, Warszawa 2019
138. Turowski P., *Bezpieczeństwo energetyczne na szczycie NATO w Warszawie: priorytetem dywersyfikacja dostaw ropy i gazu*, [w:] J. Gryz, A. Podraza, M. Ruszel (red.), *Bezpieczeństwo energetyczne. Koncepcje, wyzwania, interesy*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018.
139. Verbelen Y., Bakr M., Little A., Wegrzynowski N., Scott T., *Safety Analysis for Modular, "IEC Fusor Particle Accelerators"* 2023
140. Voytyuk O., *Potencjał energetyczny państw Unii Europejskiej*, Białystok 2012
141. Wasiuta A., *Zwiększenie dywersyfikacji dostaw oraz źródeł pochodzenia energii jako podstawowy czynnik bezpieczeństwa energetycznego w kontekście polityki energetycznej Polski*, Poznań 2010
142. Wimbardana R., Djalante R., *From decarbonization to low carbon development and transition: A systematic literature review of the conceptualization of moving toward net-zero carbon dioxide emission (1995–2019)*, "Journal of Cleaner Production" 2020, Amsterdam.
143. Wimbardana R., Djalante R., *From decarbonization to low carbon development and transition: A systematic literature review of the conceptualization of moving toward net-zero carbon dioxide emission (1995–2019)*, "Journal of Cleaner Production" 2020, Amsterdam
144. Wisniak J., Proust J.S., *Revista CENIC Ciencias Químicas*, Warszawa 2012, t. 43.
145. Wiśniewski T.P., *Transformacja energetyczna a postęp technologiczny i społeczno-gospodarczy, Transformacja rynków energii*, Gospodarka. Klimat. Technologia. Regulacje, Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2022
146. Zakrzewska O., *Bezpieczeństwo energetyczne w stosunkach Rosja – Unia Europejska w kontekście współzależności eksportowo-importowych*, „Kwartalnik Kolegium EkonomicznoSpołecznego, Studia i Prace” 2014
147. Zawadzki P., Smoliński A., *Otrzymywanie zielonego wodoru w procesie elektrolizy wody odzyskanej ze ścieków komunalnych*, Warszawa 2023
148. Zięba R., *Wstęp do teorii polityki zagranicznej państwa*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Warszawa 2004.
149. Ziolo Z., Rachwał T., *Przemiany sektora energetycznego i usług*, *Studies of the Industrial Geography Commission of the Polish Geographical Society*, Kraków 2015
150. Zuttel A., Borgschulte A., Schlapbach L., *Hydrogen as a future energy carrier*, Weinheim 2008

Akty Prawne

1. Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki, 02/2018 NR 2 (104).
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1161 z dnia 20 czerwca 2019 r. zmieniająca dyrektywę 2009/33/WE w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego.
3. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady Europejskiego, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów (REPowerEU): Wspólne działanie europejskie na rzecz bardziej przystępnej cenowo, bezpiecznej i zrównoważonej energii, Strasburg, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A108%3AFIN> (30.01.2023).
4. Krajowy Dziesięcioletni Plan Rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na paliwa gazowe na lata 2020–2029, OGP Gaz-System S.A. – wyciąg kwiecień 2019 roku.
5. OGP Gaz-System S.A. – Krajowy Dziesięcioletni Plan Rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na paliwa gazowe na lata 2020–2029 – wyciąg kwiecień 2019 roku.
6. Prawo energetyczne (Dz.U.2022.1385).
7. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1119 z dnia 30 czerwca 2021 r. w sprawie ustanowienia ram na potrzeby osiągnięcia neutralności klimatycznej i zmiany rozporządzeń (WE) nr 401/2009 i (UE) 2018/1999 (Europejskie prawo o klimacie).
8. Rozporządzenie Rady (WE) nr 428/2009 z 5 maja 2009 r. ustanawiające wspólnotowy system wywozu, transferu, pośrednictwa i tranzytu w odniesieniu do produktów podwójnego zastosowania (Dz.U. L 124 z 29.5.2009).
9. Traktat z Lizbony z dnia 13 grudnia 2007 roku zmieniający Traktat o Unii Europejskiej i Traktat ustanawiający Wspólnotę Europejską (Dz.Urz. UE C 306 z dnia 17 grudnia 2007 roku).
10. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. z 2020 r., poz. 833, 843, 471, 1086 i 1565), rozdz. 1, art. 1, pkt 3, ppkt 16.

Raporty

1. BP, *Statistical Review of World Energy globally consistent data on world energy markets and authoritative publications in the field of energy*, BP Energy Outlook 2021, 70.
2. *Identyfikacja czynników wpływających na wielkość produkcji w kopalniach węgla kamiennego*. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management, PAN, Warszawa 2024.
3. *Raport Ocena zasobów wydobywalnych gazu ziemnego i ropy naftowej w formacjach łupkowych*, Państwowy Instytut Geologiczny, Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2012.

Netografia

1. *Analiza potencjału technologii wodorowych w Polsce do roku 2030 z perspektywą do 2040 roku*,
https://klasterwodorowy.pl/images/zdjecia/9_Analiza_potencjalu_tehnologii_wodorowych_o_pracowanie.pdf [dostęp: 9.02.2024].
2. *Bezpieczeństwo Energetyczne podstawa rozwoju społeczeństwa*,
<https://www.gov.pl/web/polski-atom/bezpieczenstwo-energetyczne-podstawa-rozwojuspolczenstwa> [dostęp: 12.11.2024].
3. *Bezpieczeństwo Paliwowe Polski*,
<https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/bezpieczenstwapaliwowe-polski-w-cieniu-fuzji-naftowychgigantow.html?fbclid=IwAR18rJCIPMejtZ8R6tWY0zr9eBKziz2HhV17ebZdQEboTH7eBFPo4NjrjQ> [dostęp: 9.02.2024].
4. Bielewicz A. (red.), *Zarządzanie strategicznymi programami: terminal LNG i budowa sieci gazociągów*, „ICAN Institute”, https://www.gaz-system.pl/fileadmin/pics_en/gazsystem_fin_prev.pdf [dostęp: 6.06.2022].
5. *Chcą wydobywać drogocenne „paliwo przyszłości”. Zbudują kopalnię na... Księżycu*,
<https://cyfrowa.rp.pl/globalne-interesy/art40007861-chca-wydobywac-drogocenne-paliwoprzyszlosci-zbuduja-kopalnie-na-ksiezycu> [dostęp: 9.02.2024].
6. Czubiński R., *Rekuperacja pozwoli zużyć o jedną czwartą energii mniej*, Raport CEEK,
www.Rynek-Kolejowy.pl [dostęp: 9.02.2024].
7. *Czy amerykański gaz LNG jest o kilka tysięcy procent droższy niż rosyjski, a USA wstrzymują dostawy, żeby jeszcze bardziej wywindować jego cenę?*,
<https://fakehunter.pap.pl/raport/dbb862a1-b716-46fb-b1e5-0886fa81cefb> [dostęp: 13.03.2024].
8. *Dlaczego OZE nie wystarczą Polsce*,
<https://www.cire.pl/artykuly/materialyproblemowe/136091-dlaczego-odnawialne-zrodla-energii-nie-wystarcza-dla-polski> [dostęp: 7.03.2024].
9. Drozdowski W., *Geopolityka transformacji energetycznej, Czynniki wodorowy*,
<https://www.cire.pl/artykuly/materialy-problemowe/geopolityka-transformacji-energetycznejczynnik-wodorowy> [dostęp: 7.03.2024].
10. DS., *Przez przypadek odkryli klimatycznego Świętego Graala. Biały wodór może pomóc uratować świat*, <https://businessinsider.com.pl/technologie/bialy-wodor-moze-pomocuratowac-swiat-to-klimatyczny-swiety-graal/23gm63p> [dostęp: 7.03.2024].
11. *Dywersyfikacja dostaw i źródeł energii na czym polega*,
<https://swiatoze.pl/dywersyfikacjadostaw-i-zrodel-energii-na-czym-polega/> [dostęp: 20.12.2023].
12. Elul H., Boykin J.H., Havalic M., *Gas Supply and LNG Arbitrations, The Guide: Energy Arbitrations*, <https://globalarbitrationreview.com/guide/the-guide-energy-arbitrations/4thedition/article/gas-supply-and-lng-arbitrations> [dostęp: 18.04.2024].
13. *Firmy z Polski i USA podpisały list intencyjny dotyczący wydobycia Helu-3 na księżycu*,
<https://naukawpolsce.pl/aktualnosci/news%2C86407%2Cfirmy-z-polski-i-usa-podpisaly-listintencyjny-dot-wydobycia-helu-3-na> [dostęp: 7.03.2024].

14. *Fuel Cells and Hydrogen Observatory, Hydrogen Europe*, <https://hydrogeneurope.eu/h2talks/eu-projects/> [dostęp: 7.03.2024].
15. *Gaz łupkowy w Polsce*, <https://web.archive.org/web/20121001023329/http://www.pmrconsulting.com/pl/a8/gaz-lupkowy-w-polsce> [dostęp: 12.08.2023].
16. *Gaz system rozpoczyna budowę gazociągu Tworog Tworzeń*, <https://www.cire.pl/artykuly/serwis-informacyjny-cire-24/135056-gaz-system-rozpozczynabudowe-gazociagu-tworog-tworzen> [dostęp: 7.03.2024].
17. *Gaz zakładnikiem geopolityki. Raport*, <https://dise.org.pl/Raport-Gaz-zakladnikiemgeopolityki.pdf> [dostęp: 30.01.2024].
18. *GAZ-SYSTEM zakończył budowę gazociągu Baltic Pipe*, <https://www.gaz-system.pl/pl/dlamediw/komunikaty-prasowe/2022/wrzesen/27-09-2022-gaz-system-zakonczy-l-budowegazociagu-baltic-pipe.html> [dostęp: 9.02.2024].
19. *Gaz-system, Gazociąg Niechorze-Ploty, Realizowany w ramach projektu Baltic Pipe*, https://www.gaz-system.pl/fileadmin/pliki/inwestycje/ulotki/Niechorze-Ploty-ulotka_fin.pdf [dostęp: 9.02.2024].
20. Goes C., Beckers E., *The Impact of Geopolitical Conflicts on Trade, Growth, and Innovation*, World Trade Organisation, https://www.wto.org/english/res_e/reser_e/ersd202209_e.htm [dostęp: 18.04.2024];
21. *Hel 3 z księżycyca. Spin off z AGH i firma z USA podpisały list intencyjny*, <https://www.agh.edu.pl/aktualnosci/info/hel-3-z-ksiezycyca-spin-off-z-agh-i-firma-z-usapodpisaly-list-intencyjny> [dostęp: 7.03.2024].
22. *Historia gazu ziemnego*, Wirtualne Muzeum Gazownictwa, <https://wmgaz.pl/historiapolskiego-gazownictwa/historia-gazownictwa#point-59> [dostęp: 1.11.2023].
23. *Historia polskiego gazownictwa*, <https://wmgaz.pl/historia-polskiego-gazownictwa/historiagazownictwa> [dostęp: 11.03.2024].
24. *Historia wydobycia ropy i gazu ziemnego w kopalni w Bóbrce*, <https://bobrka.pl/kopalniabobrka/> [dostęp: 11.11.2023].
25. <http://www.gazprom.com/about/production/projects/pipelines/active/yamal-evropa/> [dostęp: 11.11.2023].
26. <https://bobrka.pl/kopalnia-bobrka> [dostęp: 11.11.2023].
27. <https://duon.pl/lepiejngaz/strategiczne-zapasy-gazu-w-polsce-podziemne-magazyny-topodstawa/> [dostęp: 21.04.2024].
28. https://ec.europa.eu/regional_policy/en/newsroom/panorama/2022/05/25-05-2022-eu-fundssupport-poland-s-energy-security [dostęp: 18.04.2024].
29. <https://fakehunter.pap.pl/raport/dbb862a1-b716-46fb-b1e5-0886fa81cefb> [dostęp: 12.08.2023].
30. <https://klasterwodorowy.pl/pomorska-dolina-wodorowa,53.pl> [dostęp: 12.08.2023].
31. <https://naukawpolsce.pl/aktualnosci/news%2C86407%2Cfirmy-z-polski-i-usa-podpisaly-listintencyjny-dot-wydobycia-helu-3-na> [dostęp: 12.08.2023].
32. <https://web.archive.org/web/20121001023329/http://www.pmrconsulting.com/pl/a8/gazlupkowy-w-polsce> [dostęp: 12.08.2023].

33. <https://wmgaz.pl/historia-polskiego-gazownictwa/historia-gazownictwa#point-59> [dostęp: 12.08.2023].
34. <https://www.agh.edu.pl/aktualnosci/info/hel-3-z-ksiezycza-spin-off-z-agh-i-firma-z-usapodpisaly-list-intencyjny> [dostęp: 12.08.2023].
35. <https://www.cire.pl/artykuly/materialy-problemowe/136091-dlaczego-odnawialne-zrodlaenergii-nie-wystarcza-dla-polski> [dostęp: 12.08.2023].
36. <https://www.cire.pl/artykuly/serwis-informacyjny-cire-24/135056-gaz-system-rozpozynabudowe-gazociagu-tworog-tworzen> [dostęp: 12.08.2023].
37. <https://www.cire.pl/artykuly/serwis-informacyjny-cire-24/ile-jest-w-polsce-biogazowninajnowsze-dane> [dostęp: 12.08.2023].
38. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pl/sheet/68/polityka-energetyczna-zasady-ogolne> [dostęp: 12.08.2023].
39. <https://www.gaz-system.pl/en/for-media/press-releases/archives/nearly-215-mln-of-the-european-union-financial-assistance-for-the-baltic-pipe-construction-works.html> [dostęp: 18.04.2024].
40. https://www.gazsystem.pl/fileadmin/centrum_prasowe/Aktualnosci/zaktualizowana_Ulotka_Lwowek_Odolan_ow_2017-10-24_441_3.pdf [dostęp: 12.08.2023].
41. <https://www.gaz-system.pl/pl/dla-mediow/komunikaty-prasowe/archiwum/gazociag-tworogkedzierzyn-kozle-z-pozwoleniem-na-budowe.html-poludnie/tworog-tworzen.html> [dostęp: 12.08.2023].
42. <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/inwestycje/terminal-fsru.html> [dostęp: 12.08.2023].
43. <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-zesrodkow-ue/korytarz-polnoc-poludnie/czeszow-kielczow.html> [dostęp: 12.08.2023].
44. <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-zesrodkow-ue/korytarz-polnoc-poludnie/zdzieszowice-wroclaw.html> [dostęp: 7.02.2024].
45. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwihr_jfz_OEAxXnX_EDHQnQD2cQFnoECBkQAQ&url=https%3A%2F%2Fcleanerenergy.pl%2F2024%2F03%2F01%2Fforlen-poradzil-sobie-bez-rosyjskiegogazu%2F&usg=AOvVaw3aY1byj-05wrZom_T4vtbb&opi=89978449 [dostęp: 12.08.2023].
46. <https://www.gov.pl/web/klimat/polsko-litewski-gazociag-gipl-oficjalnie-otwarty> [dostęp: 12.08.2023].
47. <https://www.gov.pl/web/planodbudowy/o-kpo> [dostęp: 12.08.2023].
48. https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=299bdc2e-0921-7c22-b92cd1ba138febbb&groupId=252038, s. 25 [dostęp: 21.04.2024].
49. <https://www.obserwatorfinansowy.pl/tematyka/makroekonomia/trendy-gospodarcze/polskausa-gaz-lupkowy/> [dostęp: 12.08.2023].
50. <https://www.obserwatorfinansowy.pl/tematyka/makroekonomia/trendy-gospodarcze/polskausa-gaz-lupkowy/> [dostęp: 12.08.2023].
51. <https://www.polskielupki.pl/artykul-gaz-niekonwencjonalny/74117/lupki-zrodlo-gazuniekonwencjonalneg> [dostęp: 12.08.2023].
52. https://www.wto.org/english/res_e/reser_e/ersd202209_e.htm (18.04.24)

53. *Hydraty metanu – gazowe eldorado czy „metanowy pistolet”?*, <https://trendywnenergetyce.pl/hydraty-metanu-gazowe-eldorado-czy-metanowy-pistolet> [dostęp: 9.02.2024].
54. *Ile w Polsce jest biogazowni. Najnowsze dane*, <https://www.cire.pl/artykuly/serwisinformacyjny-cire-24/ile-jest-w-polsce-biogazowni-najnowsze-dane> [dostęp: 12.08.2023].
55. *Infrastruktura krytyczna*, <https://www.gov.pl/web/rcb/infrastruktura-krytyczna> [dostęp: 3.09.2023].
56. Kardaś Sz., *Rosja reaktywuje Jamal 2. Kolejny bluff czy realny projekt*, <https://www.osw.waw.pl/pl/publikacje/analizy/2013-04-10/rosja-reaktywuje-jamal-2-kolejnybluff-czy-realny-projekt> [dostęp: 30.01.2024].
57. *Korytarz gazowy Północ-Południe tematem rozmów prezydentów Polski i Chorwacji*, Energetyka24, <http://www.energetyka24.com/611639,korytarz-gazowy-polnoc-poludnietematem-rozmow-prezydentow-polski-i-chorwacji/> [dostęp: 6.06.2022].
58. *Korytarz północ południe*, <https://www.gaz-system.pl/pl/dla-mediow/komunikatyprasowe/archiwum/gazociag-tworog-kedzierzyn-kozle-z-pozwoleniem-na-budowe.html> [dostęp: 7.03.2024].
59. *Korytarz północ południe*, <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcieue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkow-ue/korytarz-polnoc-poludnie/czeszow-kielczow.html> [dostęp: 9.02.2024].
60. *Korytarz północ południe*, <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcieue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkow-ue/korytarz-polnoc-poludnie/tlocznia-gazukedzierzyn.html> [dostęp: 7.03.2024].
61. *Korytarz Północ-Południe*, GAZ-SYSTEM S.A, <http://www.gaz-system.pl/naszeinwestycje/integracja-z-europejski-systemem/korytarz-polnoc-poludnie/> [dostęp: 6.06.2022];
62. *Korytarz Północ Południe, Tworog – Tworzeń*, <https://www.gaz-system.pl/pl/systemprzesylowy/wsparcie-ue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkow-ue/korytarz-polnocpoludnie/tworog-tworzen.html> [dostęp: 7.03.2024].
63. Mahmud B., Ermila M., Bennour Z., Mahmud W., *A Review of Fracturing Technologies Utilized in Shale Gas Resources, Emerging Technologies in Hydraulic Fracturing and Gas Flow Modelling*, <https://www.intechopen.com/chapters/72128> [dostęp: 27.12.2023].
64. Mistré M., Crénes M., Hafner M., *Shale gas production costs: historical developments and outlook*, “Energ. Strat.” nr 20, s. 20–25, <https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.01.001> [dostęp: 13.02.24].
65. *Nowy wspañiały Orlen zbudowaliśmy*, <https://energia.rp.pl/paliwa/art37344821-nowywspanialy-orken-zbudowalismy-155-koncern-na-swiecie> [dostęp: 3.09.2023].
66. *Orlen poradził sobie bez rosyjskiego gazu*, https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwih_r_jfz_OEaxXnX_EDHQnQD2cQFnoECBkQAQ&url=https%3A%2F%2Fcleanerenergy.pl%2F2024%2F03%2F01%2Forlen-poradzil-sobie-bez-rosyjskiegogazu%2F&usg=AOvVaw3aY1byj-05wrZom_T4vtbb&opi=89978449 [dostęp: 13.03.2024].
67. *Plan odbudowy KPO*, <https://www.gov.pl/web/planodbudowy/o-kpo> [dostęp: 7.03.2024].

68. *Pogórska Wola – Tworzeń*, <https://www.gaz-system.pl/pl/system-przesylowy/wsparcieue/inwestycje-zrealizowane-ze-srodkow-ue/korytarz-polnoc-poludnie/pogorska-wolatworzen.html> [dostęp: 9.02.2024].
69. *Polityka energetyczna: zasady ogólne*, <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pl/sheet/68/polityka-energetyczna-zasady-ogolne> [dostęp: 7.02.2024].
70. *Polska – USA. Gaz łupkowy*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/tematyka/makroekonomia/trendy-gospodarcze/polskausa-gaz-lupkowy/> [dostęp: 12.08.2023].
71. *Polskie Łupki Niezależne Źródło Informacji*, <https://www.polskielupki.pl/artykul-gazniekonwencjonalny/74117/lupki-zrodlo-gazu-niekonwencjonalnego> [dostęp: 12.08.2023].
72. *Polskie plany wodorowe*, <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/polskie-plan-y-wodorowe/> [dostęp: 9.02.2024].
73. *Pomorska Dolina Wodorowa*, <https://klasterwodorowy.pl/pomorska-dolina-wodorowa,53.pl> [dostęp: 7.02.2024].
74. *Projekt BalticPipe*, <https://en.energinet.dk/Infrastructure-Projects/Projektliste/BalticPipe/> [dostęp: 9.03.2024].
75. *Przeznaczenie wodoru do wykorzystania w ogniwach paliwowych pojazdów a podatek akcyzowy*, <https://isp-modzelewski.pl/serwis/przeznaczenie-wodoru-do-wykorzystania-wogniwach-paliwowych-pojazdow-a-podatek-akcyzowy/> [dostęp: 9.02.2024].
76. *Raport Zintegrowany PGE Polska Grupa Energetyczna za rok 2021*, <https://api-raport.pse.pl> [dostęp: 4.02.2023].¹
77. Sawicki B., *PGNiG ujawnia kontrakty na gaz z Norwegii przez Baltic Pipe. Wkrótce inauguracja*, Rzeczpospolita 2022, <https://energia.rp.pl/gaz/art37125871-pgnig-ujawniakontrakty-na-gaz-z-norwegii-przez-baltic-pipe-wkrotce-inauguracja> [dostęp: 18.04.2024].
78. *Shah Deniz Projects*, https://www.offshore-technology.com/projects/shah_deniz/ [dostęp: 2.04.2024].
79. Syczyński P., *Kto wygra proces z amerykańkami o niedostarczone LNG*, <https://wysokienapiecie.pl/96768-kto-wygra-proces-z-amerykanami-o-niedostarczone-Ing/> [dostęp: 30.01.2024].
80. *System przesyłowy. Inwestycje korytarze centrum – wschód*, <https://www.gazsystem.pl/pl/system-przesylowy/inwestycje/korytarz-centrum-wschod.html> [dostęp: 30.01.2024].
81. *System przesyłowy. Inwestycje. Terminal LNN FSRU. Gardeja – Kolnik*, <https://www.gazsystem.pl/pl/system-przesylowy/inwestycje/terminal-fsru/gardeja-kolnik.html> [dostęp: 30.01.2024].
82. *System przesyłowy. Inwestycje. Terminal*, <https://www.gaz-system.pl/pl/systemprzesylowy/inwestycje/terminal-fsru.html> [dostęp: 30.01.2024].
83. *The Baltic Pipe: a subsea pipeline to transport natural gas under the North Sea*, https://cinea.ec.europa.eu/featured-projects/baltic-pipe-subsea-pipeline-transport-natural-gasunder-north-sea_en [dostęp: 18.04.2024].
84. *Yamal-Europe, GAZPROM*, <http://www.gazprom.com/about/production/projects/pipelines/active/yamal-evropa/> [dostęp: 30.01.2024].

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Aparatura do skroplenia składników powietrza wykorzystana w czasie eksperymentu przez Z. Wróblewskiego oraz K. Olszewskiego	47
Rysunek 2. Fotografia strony artykułu odnoszącego się do doświadczeń profesorów Z. Wróblewskiego oraz K. Olszewskiego we francuskim piśmie „Comptes Rendus” z 17 kwietnia 1883 roku	48
Rysunek 3. Cele polityki bezpieczeństwa energetycznego państwa (ujęcie ogólne) w obszarze możliwości i ograniczeń związanych z dywersyfikacją źródeł, dostaw w tym kierunków (tras) przesyłu surowca	76
Rysunek 4. Pozytywne aspekty wspólnej polityki bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej	78
Rysunek 5. Czynniki polityczne decydujące o zapotrzebowaniu na gaz ziemny	85
Rysunek 6. Pozapolityczne czynniki wpływu w obszarze zapotrzebowania na gaz ziemny	85
Rysunek 7. Połączenia międzysystemowe Polska – Niemcy w korelacji do niemieckiego projektu strategicznego Gas Hub Europe	88
Rysunek 8. Przebieg trasy gazociągów Jamał i Jamał II	92
Rysunek 9. Międzysystemowe połączenie gazowe Polska – Słowacja	100
Rysunek 10. Zdjęcie poglądowe terminalu FSRU w Kłajpedzie	107
Rysunek 11. Korzyści z realizacji inwestycji	127
Rysunek 12. Udział poszczególnych producentów wodoru w Polsce według stanu na 2022 rok	165
Rysunek 13. Wytwarzanie energii w oparciu o reakcje chemiczne z udziałem pierwiastka hel-3	173
Rysunek 14. Struktura budowy klatratu metanu	182

SPIS TABEL

Tabela 1. Sektory analizy problemów badawczych kręgu Szkoły Kopenhaskiej	16
Tabela 2. Zaszeregowanie definicji polityki bezpieczeństwa w oparciu o dobór kryteriów	21
Tabela 3. Przyczyny i skutki powstania zrębów polityki bezpieczeństwa energetycznego w starożytności	23
Tabela 4. Skutki negatywnego oddziaływania polityki historycznej na politykę bezpieczeństwa energetycznego państwa na przykładzie Rzeczypospolitej Polskiej	33
Tabela 5. Elementy składowe definicji gwarancji dostępu	42
Tabela 6. Typologia bezpieczeństwa energetycznego (wyznacznik czasu)	44
Tabela 7. Rodzaje gazu ziemnego (determinanty)	50
Tabela 8. Parametry jakościowe gazu ziemnego	51
Tabela 9. Polityczne, ekonomiczne oraz środowiskowe czynniki wpływu na polski sektor produkcji dystrybucji gazu ziemnego (przełożenie)	54
Tabela 10. Udokumentowane złoża gazu	59
Tabela 11. Średnia produkcja węglowodorów, zarówno gazu ziemnego, jak i ropy naftowej, realizowana w roku 2022 przez spółki wchodzące w skład Grupy ORLEN (k boe/d)	62
Tabela 12. Produkcja polskich kopalni gazu ziemnego na obszarze RP w 2022 r. (mln m ³)	62
Tabela 13. Rodzaje złóż niekonwencjonalnych	63
Tabela 14. Krajowy system przesyłowy	69
Tabela 15. Podziemne magazyny gazu	69
Tabela 16. Magazyny gazu ziemnego w Polsce	71
Tabela 17. Cele polskiej polityki bezpieczeństwa energetycznego w obszarze dywersyfikacji (ujęcie szczegółowe)	77
Tabela 18. Czynniki polityczne decydujące o zapotrzebowaniu na gaz ziemny	80
Tabela 19. Pozapolityczne czynniki wpływu w obszarze zapotrzebowania na gaz ziemny	80
Tabela 20. Argumenty przemawiające za współpracą z FR w sektorze gazu ziemnego w latach 2012-2022	82
Tabela 21. Argumenty przemawiające przeciw współpracy z FR w latach 2012-2022	83
Tabela 22. Wpływ członkostwa Polski w Unii Europejskiej na politykę bezpieczeństwa energetycznego państwa	113
Tabela 23. Inwestycje Unii Europejskiej w polską krytyczną infrastrukturę gazową	114
Tabela 24. Zagrożenia dla polskiej polityki bezpieczeństwa energetycznego w sektorze gazu ziemnego	116
Tabela 25. Przyczyny zmiany polityki bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej wobec Federacji Rosyjskiej	122
Tabela 26. Stopień wykorzystania OZE w krajach UE (wybór %)	156

Tabela 27. Struktura Odnawialnych Źródeł Energii wykorzystanych w procesach produkcji energii elektrycznej w Polsce (2021)	157
Tabela 28. Rodzaje, właściwości, proces produkcyjny wodoru	159
Tabela 29. Struktura i metody pozyskiwania wodoru w Polsce	163
Tabela 30. Czołowi producenci wodoru w Polsce,	166

SPIS MAP

Mapa 1. Lokalizacja pokładów gazu ziemnego w Polsce	57
Mapa 2. Złóża gazu łupkowego w Polsce	65
Mapa 3. Koncesji na wydobycie gazu łupkowego	66
Mapa 4. Mapa koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie gazu łupkowego (2015)	72
Mapa 5. Projekt trasy przebiegu gazociągu Nabucco	95
Mapa 6. Przebieg trasy gazociągów „Blue Stream” oraz „Turkish Stream”	96
Mapa 7. Przebieg trasy gazociągu „Turkish Stream”	97
Mapa 8. Inwestycje planowane przez OGP Gaz-System S.A. w latach 2020–2029	99
Mapa 9. Korytarz NSI EAST GAS	101
Mapa 10. Schemat połączeń gazowych pomiędzy gdańskim terminalem FSRU a międzynarodową siecią gazową (element planu budowy polskiego hubu gazowego)	108
Mapa 11. Gazociąg Gustorzyn – Leśniewice (etap I Gustorzyn – Wronów)	110
Mapa 12. Przebieg rurociągu North Stream 1 i 2	119
Mapa 13. Mapa projektu Baltic Pipe	126
Mapa 14. Przebieg gazociągu – odcinek duńsko – polski	130
Mapa 15. Gazociąg łączący gazociąg podmorski z Krajowym Systemem Przesyłowym	131
Mapa 16. Lokalizacja infrastruktury towarzyszącej projektowi Baltic Pipe.	133
Mapa 17. Trasa gazociągu między Hermanowicami a Strachociną	134
Mapa 18. Mapa Tworóg – Tworzeń	136
Mapa 19. Mapa Tworóg – Kędzierzyn-Koźle	136
Mapa 20. Lwówek – Odolanów	137
Mapa 21. Czeszów – Kiełczów	138
Mapa 22. Czeszów – Wierzchowice	140
Mapa 23. Strachocina – Pogórska Wola	141
Mapa 24. Tłocznia gazu Kędzierzyn	143
Mapa 25. Pogórska Wola – Tworzeń	144
Mapa 26. Magazynu gazu w Rzeczpospolitej	148
Mapa 27. Rozmieszczenie Polskich Dolin Wodorowych	168
Mapa 27. Doliny wodorowe w Polsce	169

SPIS WYKRESÓW

Wykres 1. Zasoby i wydobycie gazu ziemnego w Polsce w latach 1989–2022 (mld m ³)	61
Wykres 2. Produkcja Wodoru w poszczególnych państwach Unii Europejskiej	161
Wykres 3. Produkcja wodoru w Polsce (2022)	164

SPIS ZDJĘĆ

Zdjęcie 1. Piec węglowy używany w starożytności oraz średniowieczu	24
Zdjęcie 2. Piec węglowy w zamku łańcuckim	25

SPIS SCHEMATÓW

Schemat 1. Powiązania obszaru polityki z obszarem bezpieczeństwa	32
Schemat 2. System produkcji oraz dystrybucji gazu ziemnego	52
Schemat 3. Szczelinowanie hydrauliczne	71
Schemat 4. Techniki wiercenia odwiertu gazy łupkowego	74
Schemat 5. Budowa połączenia Międzysystemowego Polska – Czechy	102
Schemat 6. Schemat przedstawiający funkcjonowanie terminala LNG w Świnoujściu	104