




Colloquium 2(42)/2021
ISSN 2081-3813, e-ISSN 2658-0365
CC BY-NC-ND.4.0
DOI: <http://doi.org/10.34813/14coll2021>

WYKORZYSTANIE WODORU JAKO ALTERNATYWNEGO ŹRÓDŁA POZYSKIWANIA ENERGII W STRATEGII ENERGETYCZNEJ FEDERACJI ROSYJSKIEJ

**Hydrogen as an alternative energy source in the Russian Federation's
energy strategy**

Robert Kłaczyński
Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN w Krakowie
e-mail: rklaczynski@gmail.com
ORCID  0000-0002-9150-9958

Alan Beroud
Polskie Towarzystwo Studiów Europejskich
e-mail: a.beroud@skm.warszawa.pl
ORCID  0000-0003-3161-9722

Streszczenie

Artykuł podejmuje najważniejsze kwestie dotyczące produkcji wodoru w celu wykorzystania go w przemyśle oraz dziedzinach życia związanych z konsumpcją indywidualną. Autorzy starają się przybliżyć perspektywy rozwoju rynku wodoru w Federacji Rosyjskiej, nie unikając jednak odpowiedzi na pytania dotyczące rozwoju rynku wodoru w ujęciu szerszym: regionalnym oraz globalnym. Zastanawiają się nad możliwościami, które niesie ze sobą wykorzystanie wodoru w procesach produkcyjnych i sferze transportu – obecnie, jak również w przyszłości. Istotne miejsce na rynku wodoru będą ich zdaniem zajmować Rosjanie, którzy dominują w globalnym sektorze energetycznym nie tylko w sferze produkcji gazu ziemnego czy ropy naftowej, ale także w innych segmentach tego sektora.

Słowa kluczowe: wodór, sektor energetyczny, rynek paliw, technologie.

Abstract

The article deals with the most important issues linked to hydrogen production, its industrial and individual consumption. Authors focus on hydrogen market development perspectives with reference to broader, regional, and global contexts. They also analyse advantages of hydrogen use in the production processes, transport sector – currently and in the future. The Russian Federation shall occupy prominent

place on the hydrogen market since this country is dominant in the global energy sector, not only in terms of natural gas and petrol production, but also in its other segments.

Keywords: hydrogen, energy sector, energy resources market, technologies.

Wprowadzenie

W obliczu niekorzystnych dla naszej planety zmian klimatycznych nie tylko wśród elit politycznych, ale także w ramach szerzej definiowanej społeczności międzynarodowej pojawiła się tendencja większego niż dotychczas nacisku na wykorzystanie energetyki odnawialnej jako czystego źródła zaopatrzenia w energię. W ramach badań nad procesami wytwarzania energii elektrycznej przy wykorzystaniu neutralnych dla środowiska naturalnego źródeł zarysowała się koncepcja zastosowania występującego powszechnie w przyrodzie, i co chyba najważniejsze – możliwego do wygenerowania w sposób sztuczny, wodoru w procesie produkcji energii zarówno elektrycznej, jak i cieplnej. Z czasem możliwe stało się także wykorzystanie wodoru jako paliwa buforowego w celu magazynowania energii.

Niestabilność dostaw odnawialnych źródeł energii (OZE) powoduje, iż nie jesteśmy w stanie uchronić systemów energetycznych przed deficytami. Blisko 30% wytworzonej w ramach OZE energii odnawialnej spisywana jest na straty. Stąd dotychczasowe jej wykorzystanie ma charakter lokalny, nie zaś oczekiwany przez decydentów, mieszkańców wielkich aglomeracji oraz firm – w szczególności tych o ciągłym procesie produkcji – powszechny. Wskutek zastosowania wodoru jako magazynu dla OZE istnieje możliwość uzyskania stabilności dostaw przy jednoczesnym zmniejszeniu kosztów produkcji.

Właściwości wodoru są znane od dwustu lat. Wielokrotnie przymierzano się do większego wykorzystania tej substancji, brakowało jednak odważnych decyzji na odpowiednim szczeblu politycznym. Prace nad wdrożeniem technologii pozyskiwania wodoru kontynuowane były ze stosunkowo małą dynamiką. Współcześnie wiele planów i zamierzeń udaje się jednak zrealizować. Dzieje się tak wskutek dynamicznego postępu technologicznego obejmującego wiele dziedzin życia. Nie inaczej jest w przypadku wodoru. Nie dziwi więc fakt, iż kluczowe dla rozwoju systemów energetycznych państwa, takie jak USA, Federacja Rosyjska, ChRL, starają się wejść na globalny rynek wodoru celem jego zmonopolizowania. Nieco słabiej w tym wyścigu wypadają państwa tworzące UE, choć także i w tym przypadku widać chęć zmian będących efektem wdrażania proekologicznych rozwiązań oraz wyczerpywania się podstawowych źródeł produkcji energii elektrycznej, zwłaszcza węgla kamiennego. Przebiegający od kilku lat z dużą intensywnością proces dekarbonizacji w połączeniu z pojawiającymi się obawami związanymi z bezpieczeństwem dostaw surowców energetycznych powodują, iż pewne, wydawałoby się jeszcze do niedawna odległe, procesy dziś nabierają tempa. W najbardziej interesującym nas obszarze Starego Kontynentu pierwszeństwo w produkcji wodoru, przesyłce oraz wykorzystaniu wydaje się mieć Federacja Rosyjska.

Pewien wpływ na działania podejmowane w zakresie produkcji oraz wykorzystania wodoru miały niewątpliwie zmiany zachodzące na globalnym rynku gazu ziemnego, zwłaszcza w obliczu nadprodukcji surowca. Jest to wynikiem pojawienia się w latach 80. XX wieku, a obecnie zastosowanych na skalę przemysłową, technologii produkcji gazu z łupków bitumicznych. Produkcja gazu ze źródeł niekonwencjonalnych jest jednak opłacalna tylko do pewnego poziomu, co powoduje, iż szereg państw podejmuje działania na rzecz wykorzystania istniejących substytutów na większą niż dotychczas skalę. W tak definiowanej rzeczywistości wskazanie na wodór jako paliwa przyszłości może być traktowane jako swoista „ucieczka do przodu” (Bereźnicki, 2020, s. 1; Kłaczyński, 2009, s. 28).

Bazę źródłową dla artykułu stanowiły prace monograficzne, artykuły, materiały ośrodków analitycznych oraz liczne pozycje netograficzne. Bazą naukową sprzyjającą analizie problemów merytorycznych zawartych w pracy były metody studium przypadku oraz metoda scenariuszowa, która jest niezbędna do formułowania wniosków, stawiania tezy, w końcu określania progów i perspektyw rozwoju rynku wodoru nie tylko w ujęciu regionalnym, ale szerzej – globalnym.

Wyraźne osłabienie amerykańskiej supremacji zawierające się w szeroko definiowanym pojęciu *Pax Americana* spowodowało powstanie luki w stosunkach międzynarodowych, którą usiłują zapełnić nowi gracze, tacy jak Turcja, Iran czy dążący do odbudowy lub zwiększenia dotychczasowych wpływów geopolitycznych: Federacja Rosyjska, ChRL oraz Republika Federalna Niemiec. Stąd też zagadnienia dotyczące możliwości zastosowania nowych technologii w procesie produkcji energii mają bezpośrednie przełożenie na relacje międzynarodowe, siłę i znaczenie państw w polityce globalnej. Bez poznania choćby w szkicowym, ostrożnie zarysowanym zakresie zasad funkcjonowania rynku paliw w oparciu o wiedzę ekonomiczną oraz w pewnym stopniu inżynierską definiowanie zjawisk zachodzących na globalnej arenie poprzez pryzmat bezpieczeństwa, strategii politycznej będzie mocno utrudnione, a przez to niezbyt wiarygodne. Stąd też autorzy artykułu postanowili obok rozważań o naturze politologicznej oraz tej ze sfery bezpieczeństwa poświęcić miejsce na podstawowe informacje dotyczące procesów ekonomicznych, technicznych. Z punktu widzenia współczesnego politologa, badacza problemów sfery bezpieczeństwa takie definiowane problemów poddanych analizie w artykule naukowym wydaje się w czasach współczesnych wyższą koniecznością.

Rywalizacja o wpływy na globalnym rynku paliw w obliczu kryzysu gospodarczego

Kryzys gospodarczy spowodowany pandemią, który szczególnie mocno dotknął sektor surowców energetycznych, doprowadził do szeregu przewartościowań w polityce energetycznej, zarówno wśród państw eksporterów surowców, jak i tych będących ich

importerami. Zmiany, do których doszło w ostatnich latach, zostały poprzedzone rewolucją technologiczną na rynku ropy naftowej i gazu ziemnego. W ich wyniku możliwa stała się produkcja węglowodorów ze złóż łupków bitumicznych oraz piasków bitumicznych. Głównym beneficjentem sytuacji stało się państwo amerykańskie, które z importera surowców na przestrzeni dekady uzyskało możliwość ich eksportu. W tak zdefiniowanej rzeczywistości powstanie zarzewia sporu pomiędzy kluczowymi graczami rynku surowców energetycznych stało się jedynie kwestią czasu. Obecnie główna oś konfliktu przebiega na linii USA – Federacja Rosyjska – UE, ogniskując się wokół rynków zbytu w węższym znaczeniu rywalizacji o dywersyfikację tras przesyłu surowców, jak również późniejszą ich dystrybucję na rynek detaliczny. Analizując powyższy konflikt od strony przedmiotowej, dotyczy on zarówno sfery relacji ekonomicznych, jak i politycznych. Te ostatnie przenikają się ze sobą, uzupełniając lub wykluczając szereg działań na rzecz przyjętych przez wielkie mocarstwa strategii. Z punktu widzenia badacza relacji politycznych, ujmując jednak problemy związane z szeroko definiowanym bezpieczeństwem, jest to o tyle istotne, iż uzyskanie dostępu do rynku odbiorcy surowca umożliwi wykorzystanie tego faktu jako skutecznego narzędzia wpływu. Tak definiowana w sferze bezpieczeństwa polityka wzmacnia siłę państwa posiadającego surowce energetyczne na arenie międzynarodowych stosunków gospodarczych. Wskazują na to wydarzenia z przeszłości. W historii nauk o polityce możemy się spotkać z pojęciem „Wielkiej Gry”, którą Wielka Brytania z Imperium Rosyjskim toczyły o uzyskanie jak najszerszego wachlarza wpływów na obszarze Azji, zwłaszcza Indii, Afganistanu oraz w mniejszym stopniu Azji Centralnej. Obecnie w kręgach ekspertów, polityków coraz częściej mówi się o „Nowej Wielkiej Grze”, której celem jest ustalenie stref wpływów zarówno w wymiarze politycznym, jak również ekonomicznym. Beneficjentem tak definiowanej geopolityki rzeczywistości mają być wielkie mocarstwa, zarówno te o znaczeniu globalnym, a więc USA, Federacja Rosyjska oraz ChRL, jak i o roli regionalnej: Republika Federalna Niemiec, Turcja. Przykładem definiowanej geopolityki sytuacji międzynarodowej jest trwający od kilku lat konflikt rozgrywający się na podłożu polityczno-ekonomicznym, koncentrujący się wokół rurociągu North Stream. Dążąc do utrzymania pozycji mocarstwa globalnego, USA starają się wejść na rynek ropy naftowej i gazu ziemnego jako kluczowy jego eksporter. Uzyskałyby w ten sposób możliwość zwiększenia swoich wpływów na sytuację polityczną i gospodarczą na obszarze państw, które zgodziłyby się nabywać od Amerykanów surowce o strategicznym znaczeniu. Nadrzędnym celem geopolitycznym władz amerykańskich jest odbudowa nadkruszonych po zimnej wojnie wpływów w Europie, zwłaszcza w obliczu dynamicznie rosnącego znaczenia Federacji Rosyjskiej na Starym Kontynencie. Ostatnie lata w sposób wyraźny wskazały, że USA nie znalazły jak dotąd odpowiedzi na najważniejsze pytania geopolityczne, zwłaszcza na te, które zdefiniują na najbliższą dekadę amerykańską strategię polityczną. Wydaje się, iż słabością Waszyngtonu jest próba utrzymania supremacji w wymiarze

globalnym. W obliczu dynamiki geopolitycznych wydarzeń należy stwierdzić, iż strona amerykańska nie posiada wystarczających środków do samodzielnego zapewnienia ładu i bezpieczeństwa w przestrzeni relacji międzynarodowych. Koniecznym więc będzie zredefiniowanie na tyle polityki amerykańskiej, aby można było wytyczyć najważniejsze problemy do rozwiązania w zakresie relacji międzynarodowych, rezygnując z rozwiązywania szeregu mniej ważnych problemów regionalnych. Jednym z kluczowych problemów bez wątplenia pozostaje kwestia supremacji energetycznej. Inaczej kwestie te wyglądają z perspektywy Federacji Rosyjskiej i ChRL. Obydwa państwa dążą do dalszego, sukcesywnego osłabiania pozycji amerykańskiej na arenie międzynarodowej. I co należy podkreślić, mimo zarysowujących się różnic, czynią to konsekwentnie. Problem zaangażowania Federacji Rosyjskiej po amerykańskiej lub po chińskiej stronie sporu o globalny prymat wydaje się więc być kluczowym do rozstrzygnięcia politycznym dylematem przez Pekin bądź Waszyngton. Na razie Federacja Rosyjska realizuje własną drogę budowy mocarstwowej pozycji w wymiarze globalnym, do czego predysponują ją na chwilę obecną jedynie posiadane surowce energetyczne oraz siły zbrojne, zwłaszcza w ich niekonwencjonalnej części.

Tak definiowane argumenty siły wydają się być zbyt małe w stosunku do potrzeb wynikających z przyjętej strategii. Stąd też szukanie pewnych nisz, również na rynku nowych technologii, w sferze energetycznej. Jedną z nich wydaje się być wykorzystanie wodoru jako paliwa przyszłości (Kardaś, Łoskot-Strachota, Wiśniewska, 2020, s. 1–3). Według ekspertów rynku paliw do 2050 roku udział wodoru w produkcji energii elektrycznej wzrośnie z obecnych 2%–3% do blisko 14%–15%. Według innych, bardziej optymistycznych danych udział wodoru w rynku energetycznym może być nawet większy i osiągnąć 25%. Dotyczy to oczywiście państw stanowiących trzon grupy G7 oraz krajów wchodzących w skład Unii Europejskiej. Kraje o znacznie gorzej rozwiniętej infrastrukturze technicznej oraz ograniczonych możliwościach finansowych z wprowadzaniem wodoru do obiegu gospodarczego będą musiały się pewnie wstrzymać lub znacznie ograniczyć jego konsumpcję. Wartość rynku wodoru w 2050 roku oblicza się na 600 mld USD. Wartość inwestycji w sam tylko europejski rynek wodoru osiągnie według ostrożnych prognoz 470 mld euro. Nic dziwnego, iż wyścig po zagospodarowanie rynku wodoru definiowanego jako część globalnego rynku energetycznego można uznać za rozpoczęty (Kom, 2020, s. 2).

Nabierająca w ostatnich latach dużej dynamiki rewolucja energetyczna znajduje swoje przełożenie w spojrzeniu na szereg istotnych kwestii klimatycznych. W celu ochrony środowiska stało się koniecznym odejście od surowców energetycznych wysokoemisyjnych na rzecz surowców o niższej lub wręcz zerowej emisji. Z dużą dynamiką zachodzi proces dekarbonizacji. Wiele państw odchodzi od wykorzystywania węgla kamiennego oraz brunatnego w procesie produkcji energii elektrycznej oraz cieplnej, co jest wynikiem zmian w świadomości nie tylko elit politycznych, ale także społeczeństwa. Spalanie gazu ziemnego jest o blisko 30% mniej emisyjne niż ma to miejsce

w przypadku węgla. Wyczerpywanie się zasobów energetycznych spowodowało, iż rozpoczęły się poszukiwania nowych surowców, które mogłyby przy zachowaniu niskiej emisji CO² doprowadzić do sytuacji, w której gaz ziemny i ropa naftowa powoli zaczęłyby przechodzić do historii sektora energetycznego. Najlepszym z punktu widzenia gospodarki, zwłaszcza ochrony środowiska naturalnego, rozwiązaniem wydaje się więc postawienie na energię odnawialną oraz na wodór. Istotną rolę odgrywa przy tym czynnik polityczny w postaci rosnącego znaczenia opinii publicznej. Dostęp do mediów elektronicznych, szczególnie Internetu powoduje, że osoby często z odległych punktów naszej planety są w stanie wywierać określone naciski na decydentów politycznych. Kwestia ochrony klimatu, środowiska naturalnego stała się jednym z kluczowych elementów kampanii politycznych. Świadomość elit politycznych oraz w coraz większym stopniu społeczeństwa wymuszają w szeroko definiowanym środowisku energetycznym nawet najbardziej niepopularne zmiany. Jeszcze kilka lat temu możliwość zastąpienia ropy naftowej i gazu ziemnego źródłami energii odnawialnej, wodorem wydawała się w obliczu konieczności poniesienia przez społeczeństwo poważnych środków mało realna. Współcześnie dojrzeła świadomość, że takie koszty należy ponieść, dając tym samym wyraźny sygnał rządzącym o konieczności odejścia od dotychczasowej polityki energetycznej opartej na powszechnie znanych węglowodorach. Wydają się to rozumieć również wielkie koncerny energetyczne, które coraz śmielej stawiają na nowoczesne technologie w produkcji energii przy wykorzystaniu neutralnych dla środowiska wkładów energetycznych (Gajewski, Paprocki, 2020).

Właściwości oraz zastosowanie wodoru w sektorze energetycznym

Wodór jest pierwiastkiem chemicznym należącym ze względu na swoje właściwości do niemetali. Spośród szeregu innych pierwiastków to właśnie wodór jest najczęściej występującym niemetalem na naszej planecie. Występuje w skałach, złożach gazu ziemnego, gazach wulkanicznych, powietrzu, stanowiąc 75% materii. Posiada najmniejszą masę atomową. Po raz pierwszy w sposób sztuczny wytworzono wodór już na początku XVI wieku, dokonując prostej reakcji metalu z kwasem. W końcu XVII wieku brytyjski uczone Henry Cavendish naukowo potwierdził, że wodór jest oddzielną substancją chemiczną, po spaleniu której powstaje woda, Antoine Lavoisier zaś nazwał ten pierwiastek *hydrogenium*, co z greckiego można przetłumaczyć jako „tworzący wodę” – ta zaś jest podstawą bytu ludzkości (Perzyński, 2019, s. 1–3).

Obecnie wyodrębnia się kilka rodzajów wodorów klasyfikowanych w zależności od metody jego produkcji. Jednym z nich jest wodór elektrolityczny, który jest wytwarzany w tak zwanym elektrolizerze w ramach elektrolizy wody. Co ważne, dla środowiska naturalnego emisja gazów cieplarnianych w procesie produkcji wodoru w elektrolizerze jest bliska zeru. Można więc przyjąć, iż w tym przypadku mamy do czynienia z realizacją polityki neutralności energetycznej. Neutralny dla środowiska naturalnego wodór jest najbardziej pożądanym paliwem przyszłości, problemem

mogą się jednak okazać koszty jego produkcji, znacznie większe niż ma to miejsce w przypadku innych metod pozyskiwania tego pierwiastka. Produkcja wodoru może być realizowana także w oparciu o reforming biogazu oraz w ramach procesu biochemicznego przekształcania biomasy. Możliwości produkcji wodoru są jednak w tym przypadku mniejsze niż w procesie elektrolizy wody. Zdecydowanie gorzej dla środowiska naturalnego kształtuje się proces produkcji wodoru z wykorzystaniem paliw kopalnych. Najczęściej dokonuje się to poprzez reforming gazu ziemnego lub zgazowanie węgla. Jest to obecnie najczęściej wykorzystywana metoda produkcji wodoru. Emisja gazów cieplarnianych związana z wytwarzaniem wodoru z paliw kopalnych jest niestety wysoka i trudno w tym przypadku mówić o realizacji zadań związanych z neutralnością energetyczną. Co prawda istnieje możliwość wychwytywania w ramach pirolizy do 90% wytrącającego się do atmosfery ziemskiej dwutlenku węgla, ale należy podkreślić, iż nie zawsze jest możliwość uzyskania tak korzystnego dla środowiska naturalnego wyniku. Podobnie kształtuje się sytuacja w zakresie produkcji wodoru w ramach procesu spalania metanu. Powstający w ten sposób niebieski wodór ze względu na swoją wysokoemisyjność gazów cieplarnianych będących pochodną jego produkcji nie uzyska na przestrzeni następnych dwóch, trzech dekad nabywców, z czego w związku ze zmianami w polityce klimatycznej jego producenci powinni zdawać sobie sprawę (Kom, 2020, s. 4–5). Produkcja wodoru może się odbywać także w oparciu o proces syntezy atomowej zachodzącej w blokach elektrowni jądrowych. Tak wytworzony wodór jest zeroemisyjny. Problemem jest jednak odwołanie wielu państw od energetyki jądrowej, co trudno w sposób racjonalny wytłumaczyć. Nie dotyczy to jednak USA i Federacji Rosyjskiej, potencjalnie obok ChRL strategicznych beneficjentów rynku eksporterów wodoru. W państwach tych trwają prace nad produkcją wodoru z reaktora atomowego na stopione sole. Świadczy to o determinacji ze strony kluczowych dla polityki globalnej graczy, czego o krajach Wspólnoty zagrożonych w wewnętrznych sporach raczej powiedzieć nie można (Prod, 2018, s. 1).

Wydaje się jednak, że największym wyzwaniem stojącym przed decydentami odpowiedzialnymi za rozwój rynku wodorowego będzie wykorzystanie istniejących sieci przesyłowych dla transportu wodoru. Ma on inne właściwości niż gaz ziemny. Łatwiej przenika przez materiały, z których zbudowane są istniejące instalacje. Na razie więc zarysowuje się możliwość udziału wodoru w skali 8%–10% jako domieszki gazu ziemnego, bowiem na tyle zezwalają normy. Koniecznym jest zainwestowanie w nowe technologie, przed czym skutecznie jak do tej pory broni się lobby energetyczne zarabiające na produkcji energii elektrycznej, sprzedaży gazu ziemnego oraz ropy naftowej w oparciu o istniejące technologie jak również kanały przesyłowe (Wod, 2020, s. 1).

Polityka Federacji Rosyjskiej w segmencie wodorowym sektora energetycznego

Przez wiele lat problemy związane z opanowaniem właściwej technologii produkcji wodoru, jego magazynowaniem oraz planami wykorzystania gazu w przemyśle i na

użytek indywidualny powodowały, iż nie mieścił się on w strategicznych założeniach polityki energetycznej Federacji Rosyjskiej. Marginalizowano możliwość szerszego wykorzystania wodoru jako paliwa czy magazynu energetycznego, nie mówiąc już o możliwościach zysków, jakie przypadłyby na państwo zdolne do eksportu surowca. Nic dziwnego, że wodór znajdował się głównie w orbicie zainteresowania wąskich, wyspecjalizowanych rosyjskich ośrodków naukowych. Należy jednak pamiętać, iż prekursorem wykorzystania wodoru jako paliwa alternatywnego wobec istniejących był Związek Socjalistycznych Republik Radzieckich, którego formalną usankcjonowaną umowami międzynarodowymi sukcesorką jest Federacja Rosyjska. Przyczyn takiego stanu rzeczy było kilka, a najważniejszymi te ogniskujące się wokół kwestii związanych z zakończeniem zimnej wojny, która przyniosła za sobą upadek państwa radzieckiego oraz załamanie stworzonego przez jego władze systemu. Nie lepiej, a nawet gorzej, wyglądała sytuacja społeczna, gospodarcza, a nawet cywilizacyjno-kulturowo-tożsamościowa Federacji Rosyjskiej ostatniej dekady XX wieku. Nic dziwnego, że skupione na obronie własnych interesów oraz integralności terytorialnej państwa władze rosyjskie nie były w stanie kontynuować z należytą dynamiką prac nad rozwojem technologii wodorowych. Stąd też trudno mówić o dynamicznym rozwoju technologicznym rosyjskiej branży wodorowej. Dopiero ostatnie lata przyniosły w tej mierze przełom. Swoje zainteresowanie produkcją wodoru Rosjanie koncentrują na tak zwanym wodorze szarym, będącym efektem spalania gazu ziemnego. Nie może być on jednak traktowany jako paliwo ekologiczne, a co za tym idzie, wraz z rozwojem ruchów proekologicznych i zmianie świadomości elit politycznych, społeczeństw w zakresie konieczności ochrony środowiska, nie znajdzie, choćby z przyczyn prawnych, zbyt szerokiego grona odbiorców. Po prostu ze względu na groźące kary finansowe, obostrzenia nie będzie się to opłacać jego potencjalnym nabywcom, o ile w ogóle zostaną stworzone warunki dające możliwość importowania wodoru szarego. Znacznie większe możliwości niesie za sobą wytwarzania wodoru jako pochodnej syntezy atomowej. Według ministra do spraw energii Federacji Rosyjskiej Aleksandra Nowaka „Rosja dąży do opracowania technologii produkcji wodoru z gazu ziemnego przy użyciu energii jądrowej. Planuje również opracowanie innych niskoemisyjnych metod produkcji wodoru” (Czyżewski, 2021, s. 1). W wywiadzie udzielonym rosyjskim i zagranicznym mediom promującym innowacyjność rosyjskiego sektora energetycznego A. Nowak odniósł się również do planowanych w zakresie produkcji oraz wykorzystania wodoru działań ze strony władz rosyjskich: „Strategia energetyczna kraju obejmuje wsparcie państwa dla budowy infrastruktury transportu wodoru oraz promowania wykorzystania wodoru jako paliwa transportowego i magazynowania energii w sektorze energetycznym” (tamże). Rosjanie wiążą poważne nadzieje z dynamicznie rozwijającym się rynkiem azjatyckim oraz współpracą z Niemcami, do czego może posłużyć ich zdaniem druga nitka gazociągu North Stream. Czysty wodór jest neutralny dla środowiska naturalnego, a przez to cenny dla jego odbiorców. Nic dziwnego, że Rosjanom udało się znaleźć zagranicznych kontrahentów gotowych zainwestować

w produkcję, składowanie, w końcu dystrybucję gazu na Starym Kontynencie. Składowaniem wyprodukowanego przez Rosjan, konkretnie zaś monopolistę rosyjskiego rynku energii niekonwencjonalnej „Russatomu”, wodoru zainteresowana jest niemiecka firma „Uniper”, która magazynuje gaz ziemny na obszarze wielu państw europejskich, w tym Wielkiej Brytanii oraz Austrii. Na obszarze Północnych Niemiec, który dla polityki energetycznej Federacji Rosyjskiej ma newralgiczne znaczenie, „Uniper” pozostaje *de facto* monopolistą (Ros, 2020, s. 1; Mazur, 2011; Sumara, 2012)¹. Według rosyjskich mediów do 2024 roku. Gazprom ma rozpocząć produkcję tak zwanego turkusowego wodoru, opartego na pirolizie metanu. Efektem ubocznym produkcji ma być sadza zamiast fatalnie oddziałującego na zmiany klimatyczne, zwłaszcza efekt cieplarniany, CO². Według rosyjskich ekspertów rynku gazu metoda oparta na pirolizie może stać się powszechna ze względu na możliwość realizacji produkcji wodoru na obszarze występowania metanu, co zdecydowanie obniża finalne, sumaryczne koszty jego produkcji (Kardaś, 2020, s. 2).

Wraz z rozwojem technologii produkcji gazu z łupków bitumicznych i podjętych na razie na niewielką skalę prób wykorzystania metanu do celów produkcyjnych, coraz większą uwagę zaczęto zwracać na wodór jako paliwo alternatywne wobec dotychczas istniejących. Choć stosunkowo późno, to jednak władze rosyjskie podjęły decyzję o stworzeniu strategii rozwoju sektora energetycznego w jego segmencie wodorowym do 2024 roku. Pierwsze działania na drodze do reaktywacji istniejącego, choć niepisanego w czasach radzieckich programu wodorowego władze rosyjskie podjęły w 2019 roku, kiedy to przedstawiciele sektora energetycznego spotkali się z premierem Federacji Rosyjskiej Dmitrijem Miedwiediewem celem omówienia możliwości produkcji, wykorzystania wodoru w gospodarce rosyjskiej oraz istniejącego ich zdaniem potencjału eksportowego. Wynikiem spotkania było utworzenie w listopadzie 2019 roku grupy roboczej ds. wodoru przy rosyjskim ministerstwie ds. energetyki. Zwiększono również nakłady na Narodowe Stowarzyszenie Energii Wodorowej. Według zapewnień władz rosyjskich do końca 2021 roku ma zostać opracowana spójna, łącząca wiele elementów związanych pośrednio lub bezpośrednio z wodorem strategia rozwoju rynku wodoru w Federacji Rosyjskiej. Dotychczas wodór jako paliwo zajmował odległe miejsce w założeniach rosyjskiej strategii energetycznej, gdzie tradycyjnie dominowały ropa naftowa i gaz ziemny. Wstępne założenia rosyjskiej strategii rozwoju rynku wodoru obejmują zwiększenie nakładów na badania naukowe,

¹ Północne Niemcy posiadają dostęp do Morza Bałtyckiego oraz Morza Północnego stanowiącego część akwenu atlantyckiego. Celem polityki energetycznej Federacji Rosyjskiej jest stworzenie w Niemczech hubu gazowego. Niemcy stałyby się kluczowym odbiorcą i pośrednikiem w redystrybucji rosyjskiego gazu ziemnego poprzez sieć rurociągów North Stream 1, North Stream 2 oraz powstające terminale obsługujące metanowce przystosowane do transportu LNG. Obecnie na terenie północnych Niemiec trwa rozbudowa infrastruktury przesyłowej i magazynowanej. Wraz z rozwojem nowych technologii współpraca rosyjsko-niemiecka obejmuje również szereg innych segmentów rynku energetycznego.

rozwój infrastruktury, stworzenie przyjaznego rozbudowie bazy wodorowej prawa. Według pierwszych założeń w 2024 roku rosyjski sektor energetyczny będzie zdolny przeznaczyć na eksport blisko 0,2 mln ton wodoru. W 2035 roku przewidywana wielkość eksportu wodoru ma wynieść 2 mln ton. Biorąc powyższe dane pod uwagę, przyjęte założenia nie należą do śmiałych, aczkolwiek trudno nie zauważyć, iż są one realistyczne, oparte na bazie doświadczeń rosyjskich decydentów odpowiadających za rosyjski sektor energetyczny. Według nieoficjalnych założeń przyjętej strategii odpowiedzialnymi za wdrożenie zmian miałyby być albo samodzielnie Gazprom, albo też inna, nowa powołana do tego jednostka organizacyjna. W pierwszym przypadku zachodzi obawa o prawidłowy przebieg procesu rozwoju rynku wodoru w Federacji Rosyjskiej. Gazprom, niekwestionowany monopolista na rynku gazu ziemnego, może być bowiem dalece niezainteresowany rozwojem niekonwencjonalnego rynku paliw, preferując dalsze wydobywanie gazu ziemnego. Utworzenie nowej instytucji wiązałoby się za to z poważnymi nakładami oraz koniecznością konkurencji z Gazpromem mającym możnych protektorów we władzach państwa rosyjskiego. Zasygnalizowany problem zostanie pewnie rozstrzygnięty na najwyższych szczeblach władzy, z uwzględnieniem czynnika politycznego (Marszałkowski, 2020, s. 1).

Według rosyjskich specjalistów rynku sektora energetycznego jego wodorowy segment na przestrzeni następných dwóch dekad będzie się dynamicznie rozwijał i osiągnie tylko w samej Federacji Rosyjskiej wartość blisko 10 mld USD. Wielkość obrotów wodorem mierzona w tonach wyniesie nieco ponad 80 mln. Najbardziej interesujący Rosjan rynek niebieskiego wodoru, czyli wodoru pozyskiwanego z metanu w procesie technologicznym opartym na wysokich temperaturach, może osiągnąć wartość – i to tylko na rynku europejskim – 150 mld USD. Według Rosjan dysponują oni mocami produkcyjnymi obejmującymi możliwość wytworzenia do 3 mln ton wodoru rocznie. Obecnie badaniami nad możliwością wykorzystania istniejących oraz wdrożenia nowych technologii produkcji wodoru zajmują się spółki podległe Gazpromowi. Pewne nadzieje w tym zakresie rosyjski monopolista wiąże ze współpracą z firmami zagranicznymi, głównie z Niemiec. Oprócz współpracy z niemiecką firmą „Uniper” rosyjskie konsorcjum przystąpiło do badań nad turbiną gazowo-wodorową (paliwo metanowo-wodorowe) o dużej mocy, która według zapewnień władz rosyjskiego koncernu miałaby wejść do produkcji seryjnej po 2024 roku. Współpracujące z Gazpromem ośrodki akademickie rozpoczęły testy wykorzystania paliwa metanowo-wodorowego w kotłach oraz silnikach (tamże, s. 2).

Inną wspomnianą już wcześniej rosyjską spółką, której część zainteresowań koncentruje się na wodorze, jest „Rusatom”. To potężne konsorcjum obejmujące swoim zainteresowaniem kwestie związane z produkcją paliwa do elektrowni jądrowych, budową nowych i modernizacją istniejących bloków atomowych, utylizacją paliwa jądrowego, rozwojem nowych technologii, w tym pływających reaktorów atomowych. Obecnie „Rusatom Overseas”, czyli spółka zależna od centrali, prowadzi prace nad

budową pociągu na wodór, który ma kursować na trasach kolejowych Sachalinu. Pociąg napędzany paliwem wodorowym ma zostać wyprodukowany we współpracy z rosyjskimi kolejami oraz spółką „Transmaszholding” w oparciu o technologie ogniwi paliwowych (Wod, 2020, s. 1). W 2019 roku podpisano umowę z japońską Agencją Surowców Naturalnych w sprawie wykonania ekspertyz opłacalności transportu wodoru z Federacji Rosyjskiej do Japonii. Według władz spółki do 2050 roku łączna produkcja wodoru przekroczy 50 mln ton. Tym samym „Rusatom” mógłby się stać, obok „Gazpromu”, strategiczną rosyjską spółką odpowiedzialną za produkcję tego rodzaju paliwa w Federacji Rosyjskiej (Marszałkowski, 2020, s. 1).

Kolejną rosyjską firmą, w której obszarze zainteresowań znajduje się wodór, jest „RusGidro”. Firma ta podjęła współpracę z japońskim Kawasaki Heavy Industries. W 2017 roku zawarto porozumienie o współpracy, w ramach której ma zostać zrealizowana inwestycja w postaci budowy zakładu produkcji wodoru. Według przyjętego harmonogramu prac projekt ma zostać zrealizowany do 2024 roku. W tym celu mają być wykorzystane moce hydroelektrowni Ust’-Sriedniekanskaja, której właścicielem jest „RusGidro”. Na przeszkodzie może jednak stanąć polityka, konkretnie zaś trwający od zakończenia drugiej wojny światowej spór pomiędzy Rosją (wcześniej ZSRR) a Japonią o przynależność Wysp Kurylskich (Pyc [Rus], 2019, s. 1; tenże, 2020, s. 2).

W opracowanej w końcu 2020 roku strategii wykorzystania wodoru w ramach szeroko definiowanej polityki energetycznej Federacji Rosyjskiej ustalono, że kolejną firmą zaangażowaną w produkcję wodoru będzie „Novatek”. Firma ta jest w pewnym stopniu konkurencją dla „Gazpromu”, rozwija się dynamicznie, wykorzystując niezagospodarowane dotąd obszary związane z produkcją i transportem gazu ziemnego oraz innych surowców energetycznych. „Novatek” pozostający liderem rynku LNG, jest również liderem w obszarze innowacji. Ponieważ rynek LNG wymaga nowoczesnych technologii, spółce relatywnie łatwiej niż innym rosyjskim firmom zająć się problemem rozwoju rynku wodoru. Jednym z pomysłów kierownictwa firmy jest produkcja wodoru pochodzącego z procesu spalania gazu z wykorzystaniem nowoczesnych metod ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Przy okazji „Novatek” opracował technologię magazynowania wytrącającego się w czasie procesu produkcji wodoru CO², co umożliwi sprzedaż wodoru jako paliwa neutralnego dla środowiska naturalnego. Biorąc powyższe pod uwagę, można z dużą dozą prawdopodobieństwa prognozować, iż „Novatek” będzie w przyszłości rozwijał segment produkcji wodoru opartego na procesie spalania gazu z uwzględnieniem niskoemisyjności (Ros, 2020, s. 1).

Pewne zmiany w sposobie postrzegania wodoru jako paliwa przyszłości można zauważyć również w projektach obejmujących transport publiczny. W końcu 2019 roku w ramach sieci transportu miejskiego Petersburga pojawił się pierwszy tramwaj, którego silnik jest napędzany wodorem. Według strony rosyjskiej w przyszłości na ulice rosyjskich miast ma wyjechać znacznie więcej tramwajów napędzanych na ekologiczny i tani w procesie eksploatacji silników wodorów. Rosjanie przygotowują się również do

produkcji pierwszej partii autobusów napędzanych za pomocą wodoru. Autobusy na wodór zostały zaprezentowane w czasie wystawy innowacyjnych technologii w Moskwie w 2019 roku. Najprawdopodobniej pilotażowy program ich eksploatacji też będzie się odbywał na ulicach rosyjskiej stolicy (Kardaś, 2020, s. 2–3).

Pewne nadzieje na udział w zyskach z produkcji wodoru wiążą również rosyjskie elektrownie konwencjonalne. Do 2022 roku dwie powstające obecnie elektrownie ciepłone budowane wspólnie z niemieckim konsorcjum „Siemens” mają opierać produkcję energii na mieszance gazu oraz wodoru. Na przeszkodzie współpracy mogą jednak stanąć sankcje wobec rosyjskich firm sukcesywnie wprowadzane przez UE. Dzieje się tak wskutek trwającej co najmniej od wybuchu konfliktu rosyjsko-ukraińskiego konfrontacji z szeroko rozumianym Zachodem. Nie bez znaczenia pozostają także naciski ze strony amerykańskiej wobec Republiki Federalnej Niemiec w celu nakłonienia Niemców do zaprzestania strategicznej współpracy z Federacją Rosyjską w obszarze szeroko definiowanego sektora energetycznego (Gotkowska, 2019, s. 1–6; Piotrowski, Wiśniewski, 2017, s. 1–6; *Bod [Wod]*, 2020, s. 1).

Podsumowanie

Federacja Rosyjska z pewnym opóźnieniem reaguje na zmiany rynku LNG. Jej polityka w zakresie wprowadzania nowych technologii w życie jest mocno reaktywna. Wynika to z mentalności decydentów, pewnego zapóźnienia technologicznego, a także silnego i niechętnego zmianom lobby paliw konwencjonalnych. Można jednak prognozować, że w miarę szybko dołączy do kluczowych graczy rynku wodorowego, ma bowiem odpowiedni potencjał badawczo-rozwojowy oraz zaplecze techniczne umożliwiające produkcję i wdrażanie w jej ramach nowych technologii. Warto przy tym zauważyć pewną zmianę świadomości decydentów w odniesieniu do problemu ochrony środowiska, dbałość o wymiar ekologiczny projektów. Rosjanie zdając sobie sprawę z presji, która jest wywierana na rządy europejskie krajów tworzących UE, musieli zacząć to uwzględniać. Warto przy tym podkreślić, że Rosjanie mogą produkować wodór w oparciu o bardzo dobrze rozwiniętą sieć elektrowni wodnych, atomowych oraz przy wykorzystaniu nowych technologii ze złóż metanowych, które obecnie są w fazie przygotowania do produkcji gazu. Będą zatem mogli wytwarzać wodór poniżej cen obowiązujących na globalnym rynku tego surowca. Według Rosjan koszt wytworzonego kilograma wodoru przez miejscowe firmy zajmujące się jego produkcją nie przekracza 3,5 USD za kilogram, podczas gdy na globalnym rynku surowców energetycznych waha się w przedziale 4 USD – 6 USD za kilogram. Istotne w tym względzie są również trendy panujące obecnie i mające silną dynamikę wzrostową na rynku surowców energetycznych. Według założeń polityki klimatycznej UE do 2050 roku tak zwany zielony wodór ma się stać jednym z kluczowych elementów systemu, w oparciu o który wytwarzana będzie przyjazna środowisku, a więc zeroemisyjna energia elektryczna. Większość państw wchodzących

w skład Unii Europejskiej przyjęła już własne, narodowe strategie wodorowe. Dynamicznie rozwija się azjatycki rynek wodoru, zwłaszcza chiński, japoński oraz koreański. W najbliższej dekadzie należy się spodziewać wzrostu zapotrzebowania ze strony azjatyckich przemysłów petrochemicznych i rozwijającego się niezwykle szybko transportu miejskiego. Podobnie jak ma to miejsce w przypadku gazu ziemnego, wodór stanie się narzędziem kreacji relacji politycznych i gospodarczych, zarówno w wydaniu regionalnym, jak też geopolitycznym (Zygar, Paniuszkin, 2008, s. 1–5).

BIBLIOGRAFIA

1. Bereźnicki, J. (2020). *Rosja ma nowy plan dominacji energetycznej. Przyszłość należy do wodoru*. Pobrane z: <https://spidersweb.pl/bizblog/rosja-wodor-strategia/> (dostęp: 11.08.2020).
2. Czyżewski, D. (2021). *Rosja wkracza do wodorowego wyścigu. Komentarz*. Pobrane z: <https://www.energetyka24.com/rosja-wkracza-do-wodorowego-wycigu-komentarz> (dostęp: 01.02.2021).
3. Gotkowska, J. (2020). *Niemiecko-amerykańskie spory o bezpieczeństwo. Konsekwencje dla wschodniej flanki*. Pobrane z: <https://www.osw.waw.pl/pl/publikacje/komentarze-osw/2019-02-22/niemiecko-amerykanskie-spory-o-bezpieczenstwo-konsekwencje-dla-wschodniej-flanki> (dostęp: 11.08.2020).
4. Kardaś, S. (2020). W oczekiwaniu na rosyjską strategię wodorową. *Komentarze OSW* z dn. 22 lipca.
5. Kardaś, S., Łoskot-Strachota, A., Wiśniewska, I. (2020). Krach i jego konsekwencje. Rynek ropy w dobie pandemii. *Komentarze OSW* z dn. 2 czerwca.
6. Kłaczyński, R. (2020). *Ropa naftowa i gaz ziemny obszaru postradzieckiego*. Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie.
7. Kom (2020). Komunikat Komisji Europejskiej do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. *Strategia w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu*. Bruksela: Komisja Europejska.
8. Marszałkowski, M. (2020). *Rosja przygotowuje strategię wodorową*, Pobrane z: <https://biznesalert.pl/rosja-wodor-energetyka-gaz-nord-stream-rosatom-gazprom-novatek/> (dostęp...).
9. Mazur, K. (2011). Niemieckie koncerny zacieśniają współpracę z rosyjskimi dostawcami gazu. *Komentarze OSW* z dn. 24 października.
10. Paprocki, W., Gajewski, J. (2020). *Polityka klimatyczna i jej realizacja w pierwszej połowie XXI wieku*. Sopot: Centrum Myśli Strategicznej.
11. Perzyński, M. (2019). *Opowieść o wodorze pierwszym pierwiastku i wiecznie drugiej opcji*, Pobrane z: <https://biznesalert.pl/perzynski-historia-wodor-kosmos-transport-innowacje/> (dostęp...).
12. Piotrowski, M. A., Wiśniewski, B. (2017). Strategia bezpieczeństwa narodowego USA: podejście administracji Trumpa. *Biuletyn PISM*, Pobrane z: <https://www.pism.pl/publikacje/biuletyn/nr-128-1570#> (dostęp: 11.04.2017).

13. *Prod* (2018). *Produkcja wodoru za pomocą reaktora atomowego na stopione sole*. Pobrane z: <https://www.cire.pl/item,168405,1,0,0,0,0,0,produkcja-wodoru-za-pomoca-reaktora-jadrowego-na-stopione-sole.html> (dostęp: 14.03.2018).
14. *Ros* (2020). *Rosja chce być liderem eksportu wodoru i składować go w Niemczech*. Pobrane z: <https://biznesalert.pl/rosja-wodor-niebieski-eksport-niemcy-magazyny-energetyka-innowacje-wodor-gaz/> (dostęp 12.08.2020).
15. *Ros* (2020). *Rosja pracuje nad strategią wodorową. Gazprom i Rosatom łączą siły*. Pobrane z: <http://powerofenergy.pl/rosja-strategia-wodorowa-gazprom-rosatom-novatek-wodor/> (dostęp 14.09.2020).
16. [Rus] *Рус* (2019). *РусГидро. РАОЭС Востока и японская Kawasaki планируют открыть завод по сжижению водорода в Магадане в 2019 году* [RusGidro. RAO ES Wostoka i japonskaja Kawasaki planirujutot kryt' zawodposzżyżenijuwodoroda w Magadananie w 2019 godu]. Pobrane z: <http://www.rushydro.ru/press/news/91777.html> (dostęp: 17.05.2019).
17. [Rus] *Рус* (2020). *РусГидро. РАОЭС Востока и KawasakiХэвиИндастриз подписали соглашение о сотрудничестве в строительстве промышленного комплекса по производству сжиженного водорода на Дальнем Востоке* [RusGidro. RAO ES Wostoka i KawasakiChewiIndastriz podpisali sogłaszenije o sotrudniczestwie w stroitelstwie promyszlennogo kompleksa poproizwodstw uszżyżennogowodorodana Dalniem Wostokie]. Pobrane z: <http://www.rushydro.ru/press/news/86547.html> (dostęp 15.09.2020).
18. Sumara, A. (2012). *Niemieckie magazyny na rosyjski gaz*. Pobrane z: <https://inzynieria.com/paliwa/wiadomosci/31965,niemieckie-magazyny-na-rosyjski-gaz> (dostęp: 02.02.2020).
19. *Wod* (2020). *Wodorowe pociągi w Rosji przewiozą towary po Sachalinie*. Pobrane z: <http://gashd.eu/2019/09/13/wodorowe-pociagi-w-rosji-przewioza-towary-po-sachalinie/> (dostęp: 03.04.2020).
20. *Wod* (2020). *Wodór – własności*. Pobrane z: <http://www.ogniwa-paliwowe.info/hydrogen.php> (dostęp: 4.06.2020).
21. Zygar, M., Panuszkin, W. (2008). *Gazprom – rosyjska broń*. Warszawa: WAB.
22. [Wod] *Вод* (2020). *Водородная энергетика: мифы и реальность* [Wodorodnaja eniergiatika: mify i ricalnost']. Pobrane z: <http://www.ngv.ru/magazines/article/vodorodnaya-energetika-mify-i-realnost/> (dostęp: 10.09.2020).