

Rozwój motoryzacji wodorowej w Chinach i jego znaczenie dla Polski

Chiny stały się niekwestionowanym światowym liderem w branży samochodów elektrycznych¹. Ta silnie subsydiowana branża została jednak w ostatnich miesiącach pozbawiona znacznej części dotacji². Może to doprowadzić do wzrostu cen³, ale jednocześnie eliminacji słabszych, funkcjonujących głównie dzięki publicznym pieniądzą firm. Chińskie władze doszły do wniosku, że producenci samochodów napędzanych bateriami elektrycznymi (BEV) oraz hybryd (PHEV) zostali już wzmocnieni, a cała branża osiągnęła wystarczający efekt skali. Wsparcia należy teraz udzielić przede wszystkim pojazdom napędzanym wodorowymi ogniwami paliwowym (FCEV). Dotacje dla BEV i PHEV zostały znacznie obniżone, ale utrzymano je dla FCEV. Dla rozwoju branży, w której nie ma jeszcze efektu skali są to kwoty istotne. W ubiegłym roku dotacje wynosiły 30 tys. usd dla samochodu osobowego i między 48 a 79 tys. usd dla samochodów dostawczych, ciężarowych i autobusów⁴. Wagę zmian podkreśla wypowiedź Wan Ganga, byłego ministra nauki i techniki w latach 2007-2018, który w czerwcu br. publicznie podkreślił znaczenie energii pozyskiwanej z wodoru dla transportu. Wan wskazał, że Chiny są gotowe na wdrożenie tej technologii w motoryzacji, podobnie jak już z sukcesem zrobiły to w samochodach napędzanych bateriami elektrycznymi⁵. Wan uważany jest za ojca chińskiego sukcesu w branży samochodów elektrycznych⁶. Jego wypowiedź jest kolejną istotną oznaką, że rozwój gospodarki wodorowej – w szczególności w branży motoryzacyjnej – zyskuje w Chinach na znaczeniu.

Wodór w motoryzacji

Wodór jest atrakcyjnym paliwem dla przemysłu motoryzacyjnego. Jest to paliwo ekologiczne, traktowane jako bezemisyjne⁷, którego produktem ubocznym jest woda. W porównaniu do silników spalinowych napędy samochodów na ogniwa paliwowe, które pozyskują z wodoru energię elektryczną mają dużo prostszą konstrukcję, są cichsze, a ze

względu na brak procesów spalania nie grzeją się i nie wymagają chłodzenia. Samochody i autobusy wodorowe już teraz w początkowych wciąż fazach rozwoju mają dwa razy większy zasięg niż elektryczne. Sposób i czas tankowania są zbliżone do tankowania samochodów spalinowych, podczas gdy w przypadku samochodów elektrycznych szybkie ładowanie zajmuje kilkadziesiąt minut i wymaga ogromnej mocy. Do produkcji baterii w samochodach elektrycznych stosowany jest kobalt, którego znaczna część złóż znajduje się w Demokratycznej Republice Kongo, które jest państwem o wysokim ryzyku geopolitycznym⁸, a wydobywanie prowadzone bywa z rażącym naruszeniem praw człowieka⁹ lub w sposób co najmniej nieetyczny. Wodór może być pozyskiwany z różnych źródeł, szeroko dostępnych. Nowoczesne zbiorniki na wodór są zbudowane z odpornych na korozję wodorową kompozytów. Są one zabezpieczone przed samozapłonem, niepożądanym rozszczelnieniem i wybuchem podczas wypadku drogowego lub wskutek innych zdarzeń. Stacje do tankowania mogą być niewielkich rozmiarów jak np. dostarczane przez norweską firmę Nel¹⁰ i mogą być stosunkowo łatwo „dostawiane” do już istniejących stacji tradycyjnych.

Masowe zastosowanie wodoru w motoryzacji opóźniało się przez wiele lat i wciąż boryka się z problemami głównie z powodu wysokich kosztów, które są w znacznej części spowodowane brakiem efektu skali. Wynikają one również z obaw o bezpieczeństwo stosowania wodoru jako paliwa. Wciąż dość wysokie są koszty pozyskiwania wodoru, który dla potrzeb przemysłu motoryzacyjnego, przy powszechnie obecnie stosowanych technologiach, musi być niemal całkowicie pozbawiony zanieczyszczeń. Gazyfikacja węgla jest technologią szeroko stosowaną, ale dość skomplikowaną i wymagającą z punktu widzenia pożądanego poziomu czystości. Możliwe jest również pozyskanie wodoru z gazów będących produktem ubocznym procesów produkcyjnych jak np. z gazu koksowniczego. Szeroko stosowane jest również pozyskiwanie wodoru z gazu ziemnego. Wszystkie te metody opierają się o paliwa kopalne i nie są całkowicie bezemisyjne. Wodór pozyskiwany w ich wyniku nie jest w pełni ekologiczny (tzw. wodór szary). Ich główną zaletą jest natomiast znaczące obniżenie poziomu emisji i możliwość ich kontroli dzięki skupieniu w miejscu produkcji wodoru¹¹. Możliwe jest natomiast obniżenie szkodliwości produkcji wodoru dzięki zastosowaniu technologii, które pozwalają na znaczące ograniczenie emisji

lub magazynowanie ich produktów (tzw. wodór niebieski). Koszty pozyskania w pełni ekologicznego wodoru z OZE (tzw. wodór zielony) – np. w procesie elektrolizy – są wciąż znacznie wyższe niż z paliw kopalnych. Wysokie są koszty przekształcania wodoru na potrzeby transportu i budowa odpowiedniej infrastruktury logistycznej i dystrybucyjnej. Większość tych kosztów może być znacząco obniżona przy uzyskaniu odpowiedniej skali produkcji oraz dzięki postępowi technologicznemu¹².

Dotychczasowy rozwój motoryzacji opartej na wodorze w Chinach

Kluczowymi czynnikami skłaniającymi Pekin do zaangażowania się w rozwój wodoru jako paliwa samochodowego są: znaczne zanieczyszczenie powietrza w chińskich miastach, trwający jeszcze do niedawna boom motoryzacyjny, kwestie bezpieczeństwa energetycznego, dążenie do samowystarczalności oraz wyższość – pod wieloma względami – napędów wodorowych nad elektrycznymi opartymi na bateriach¹³.

Chiny są największym światowym producentem wodoru. Zarówno obecnie jak i w przyszłości będą posiłkowały się jednak również importem, a transport ma być odbiorcą między 15 a 34 proc. produkcji wodoru¹⁴. Obecnie produkcja wodoru oparta jest w 95 proc. na surowcach kopalnych, głównie na reformingu metanu oraz gazyfikacji węgla. Krajowe rozwiązania oparte na elektrolizie, gdzie szersze zastosowanie miałyby odnawialne źródła energii (głównie słoneczna i wiatrowa) pozostają jeszcze w tyle za światową konkurencją. Jest to jednak rozwiązanie atrakcyjne i przyszłościowe. Chińskie władze dążą do zwiększenia udziału „zielonego wodoru”. Chiny intensywnie rozwijają produkcję energii z OZE, a ze względu na utrudnienia w przesyłce energii uzyskanej z OZE z regionów produkcji energii do regionów wykorzystania, wodór może być dzięki elektrolizie wykorzystany jako metoda magazynowania energii z OZE¹⁵.

Chiny są obecnie w początkowej fazie budowania kompleksowego ekosystemu dla masowej produkcji i wykorzystania samochodów wodorowych, a uczestnicy rynku stoją przed istotnymi wyzwaniami. Na koniec 2018 r. w Chinach było zaledwie nieco ponad 20 stacji do tankowania wodoru, z których część stanowiły stanowiska demonstracyjne lub

testowe¹⁶. Dodatkowym problemem przy otwieraniu stacji jest ich niejednoznaczny status prawny. Logistyka przewożenia wodoru jest wciąż słabo rozwinięta, a dodatkowym utrudnieniem jest ograniczenie przewozu ciekłego wodoru wyłącznie do celów wojskowych.

Rozwój samochodów wodorowych jest wspierany przez chińskie władze na poziomie tak centralnym jak i lokalnym. Podstawowe założenia zostały sformułowane w XIII Planie Pięcioletnim i strategii Made in China 2025. W tej ostatniej wskazano na konieczność rozwoju kluczowych produktów i technologii: katalizatorów, membran, elektrod i złączy do pracy w wysokich temperaturach. Koordynacją działań administracji państwowej i przedsiębiorstw związanych z technologiami wodorowymi zajmuje się China Hydrogen Alliance, które jest złożone w znacznej mierze z dużych przedsiębiorstw, głównie państwowych. Ze względu na rozmiary państwa budowa ekosystemu dla samochodów wodorowych odbywa się przy wsparciu rządu centralnego w wyznaczonych lokalizacjach, w których rządy lokalne wspierają budowę infrastruktury oraz udzielają dodatkowych dotacji. Głównymi ośrodkami są obecnie Foshan (z pobliskim Yunfu) i Szanghaj. Foshan do końca 2018 r. zakupiło ponad 70 autobusów wodorowych, dysponowało 4 stacjami do tankowania i budowało kolejne 7¹⁷. W Szanghaju na koniec 2018 operowało 500 pojazdów logistycznych, kilka autobusów, ok. 50 samochodów pocztowych i minibusów i kilkadziesiąt samochodów osobowych. Rozwój transportu opartego na wodorze ma miejsce również w innych ośrodkach.

Chińskie władze i inne podmioty są aktywne na arenie międzynarodowej jako członkowie lub sponsorzy międzynarodowych organizacji i inicjatyw związanych z rozwojem technologii wodorowych¹⁸. Dzięki temu chińska administracja państwowa oraz przedsiębiorstwa mają dostęp do wiedzy i doświadczeń podmiotów zagranicznych, a jednocześnie mogą brać udział w kształtowaniu światowego przemysłu wodorowego.

Mimo coraz intensywniejszego zaangażowania państwa w rozwój branży Chiny są wciąż na drodze do lokalizacji całego łańcucha produkcji. Chińscy czołowi producenci systemów zasilania samochodów wodorowych korzystają obecnie w znacznej części z zagranicznych komponentów. Ballard, Hydrogenics i Power Cell dostarczają moduły ogniw paliwowych do

chińskich producentów systemów napędowych takich jak Shanghai Re-Fire czy Guangdong Synergy. Ci zaś dostarczają systemy producentom samochodów¹⁹. Nieco inny model stosuje Toyota, która podpisała umowę bezpośrednio z BAIC²⁰. Dzięki wsparciu państwa na rynku operują rodzime podmioty jak Sunrise Power, którego moduły wykorzystują w swoich samochodach SAIC i FAW. Inne chińskie firmy starają się podejmować współpracę z zagranicznymi przedsiębiorstwami dysponującymi technologiami i know-how, by dzięki temu rozwijać własne produkty i rozwiązania. Dobrym przykładem jest państwowa firma Weichai Power, która ściśle współpracuje z Ceres Power oraz z Ballardem²¹.

Pod względem ogólnej liczby samochodów chiński rynek jest dynamiczny, ale wciąż znajduje się we wstępnej fazie rozwoju. Na koniec 2018 r. po Chinach mogło jeździć łącznie ok. 3400 pojazdów wodorowych: samochodów dostawczych, ciężarowych i autobusów. W samym 2018 r. sprzedano ok. 1500 pojazdów²². Obecnie czołowym producentem wodorowych samochodów dostawczych i ciężarowych jest Dongfeng z Wuhan. W 2018 r. dostarczył dla Shanghai Sinotran New Energy Automobile Operation (STEN) 500 samochodów dostawczych, które STEN oddało w leasing firmie JD, gigantowi e-commerce JD²³. Systemy napędowe dostarczyło Re-Fire bazując na ogniwach Ballarda²⁴. Kluczowymi producentami autobusów są Zhongtong, Youngmen i Feichi. Na koniec 2018 r. dostarczyli oni większe liczby autobusów do odbiorców: Zhongtong – ok. 800 szt., Youngmen – ponad 400 szt., Feichi – prawie 390 szt. Wielu jest jednak również producentów zainteresowanych tym segmentem, którzy dostarczyli mniejsze liczby pojazdów lub dopiero je wprowadzają: Foton²⁵, Yutong²⁶, Skywell²⁷, King Long²⁸ czy Geely²⁹.

Wprowadzanie na rynek samochodów osobowych jest znacznie wolniejsze, a zwiększenie jego dynamiki planowane jest po roku 2020. SAIC z modelem Roewe 950 i FAW z wodorową wersją Hongqi H5 są jednymi z pierwszych chińskich firm, które planują wprowadzenie do masowego użytku samochodów z ogniwami paliwowymi.

Perspektywy na przyszłość

Chińskie władze planują w pierwszej kolejności przede wszystkim rozwój segmentu samochodów dostawczych i ciężarowych oraz autobusów jak również dostosowaną do nich infrastrukturę (transport i dystrybucja wodoru). Przemawiają za tym względy ekonomiczne – przedsiębiorstwa i władze lokalne dysponują większymi środkami na poszczególne projekty angażujące znaczne liczby pojazdów, co pozwoli na zbudowanie efektu skali. Kwestie psychologiczne również odgrywają istotną rolę – indywidualni użytkownicy obawiają się o bezpieczeństwo stosowania technologii wodorowych. Pojazdy komercyjne korzystają ze zbiorników wodoru o większej pojemności, a jednocześnie niższym ciśnieniu 35 MPa, które są łatwiejsze w konstrukcji, co także ma znaczenie. W pierwszym okresie masowego wprowadzania pojazdów komercyjnych do roku 2020 zostaną jednocześnie przeprowadzone szersze testy bezpieczeństwa samochodów pasażerskich, które korzystają ze zbiorników dla wodoru sprężonego do ciśnienia 70 MPa.

Te założenia mają odbicie w sformułowanej w 2016 r. przez chińskie władze Technology Roadmap for Hydrogen Fuel Cell Vehicles. Według jej założeń do końca 2020 ma być operacyjnych ponad 100 stacji tankowania i 5000 pojazdów wodorowych (z czego 60 proc. dostawcze i ciężarowe). W 2025 planowane jest ponad 300 stacji i 50 tys. pojazdów (w tym już 80 proc. to pasażerskie), a w 2030 ponad 1000 stacji, 1 mln pojazdów, a 50 proc. wodoru ma pochodzić z OZE³⁰. Na początku 2019 r. według szacunków ponad 40 nowych stacji tankowania miało być w budowie, z czego połowa miała być oddana do użytku do końca br. Budowa stacji tankowania wodoru może liczyć na dotację w wysokości ok. 600 tys. usd. Chińskie władze wydają się skłaniać do podejścia, że stworzenie infrastruktury do tankowania samochodów wodorowych będzie, obok innych zachęt, istotnym czynnikiem zachęcającym do ich kupna. W Foshan np. planowane jest do zwiększenie liczby stacji tankowania do 57 do 2030³¹. W Szanghaju do 2025 ma powstać ok. 50 stacji.

Coraz większe firmy decydują się na wejście z inwestycjami. Planowane już obecnie inwestycje w różne etapy łańcucha produkcji samochodów wodorowych są szacowane na ok. 17 mld usd. China National Heavy Duty Truck Group planuje zainwestować 7,6 mld usd

w produkcję samochodów wodorowych w Shandongu, a Mingtian Hydrogen 363 mln usd w produkcję w Anhui ogniw wodorowych³². Wsparcie państwa i wejście do sektora dużych inwestorów branżowych może przyczynić się do uzyskania efektu skali oraz rozwoju rodzimych technologii. Chińscy producenci Tianhai Industry, Sinoma i Furui przygotowują się do wprowadzenia na rynek zbiorników o ciśnieniu 70 MPa, które mogą być zastosowane w mniejszych samochodach osobowych. Możliwe, że kluczem do sukcesu okaże się integracja wertykalna łańcucha produkcji i skupienie w ramach jednego koncernu głównych etapów produkcji komponentów, części i gotowych samochodów, co planuje państwowy Great Wall³³.

Pozycja chińskiej motoryzacji wodorowej na świecie

Stany Zjednoczone dominują jako odbiorca wodorowych samochodów osobowych z liczbą około 6000 szt. do końca 2018, druga jest Japonia z 2500 szt. Rosną również rynki: koreański i europejski. Wśród producentów samochodów osobowych już dostarczonych na rynek liderem jest Toyota, która miała sprzedać w ub.r. ok 3000 szt. modelu Mirai³⁴ i planuje do 2020 r. zwiększyć produkcję do 30 tys. rocznie. Hyundai sprzedał do maja tego roku ponad 1000 szt. modelu Nexa, z czego większość w Republice Korei³⁵. Firma dąży do osiągnięcia produkcji na poziomie 40 tys. szt. w 2022 r.³⁶ Honda również zwiększa – choć znacznie wolniej – sprzedaż wodorowej wersji modelu Clarity. Chińskie firmy są w tym segmencie jeszcze daleko za firmami japońskimi i koreańskimi, ale również większe europejskie marki nie traktują jeszcze tego segmentu priorytetowo odsuwając rozwój na późniejszy okres³⁷.

Chiny są natomiast w ścisłej czołówce producentów wodorowych samochodów dostawczych i ciężarowych oraz autobusów³⁸. W tej pierwszej grupie główną konkurencją dla firm chińskich stanowi obecnie koreański Hyundai i amerykańska Nikola. Hyundai ma dostarczyć 1600 samochodów dostawczych do Szwajcarii³⁹, a zarząd Nikoli podaje wielkości zamówień na najbliższe lata na kilkanaście tysięcy sztuk⁴⁰. Pojazdy obu firm wjadą na drogi jednak dopiero w ciągu kilku lat. Chińskie samochody już są w eksploatacji. Planowane nowe zamówienia są znacznie większe. Chińskie firmy wiodą również prym w segmencie autobusów. Koreańscy⁴¹ i japońscy⁴² producenci dopiero teraz zaczynają

wprowadzać swoje produkty na rynek. Najważniejszym producentem na europejskim rynku jest Van Hool, który jednak do tej pory oddał do użytku tylko kilkadziesiąt autobusów. Firma otrzymała większe zamówienia dopiero w tym i ubiegłym roku⁴³. W tym segmencie chińscy producenci pod względem masowości produkcji jak na razie zdecydowanie wyprzedzają konkurencję.

Pod względem infrastruktury dystrybucji i transportu wodoru Chiny jeszcze zdecydowanie odstają od światowej czołówki. Zarówno Korea Południowa jak i Japonia wdrażają długoterminowe strategie rozwoju motoryzacji wodorowej⁴⁴. Władze koreańskie do 2022 chcą zwiększyć liczbę autobusów wodorowych do ok. 2000 szt. W Korei na koniec 2018 działało zaledwie 15 stacji, ale do końca 2019 ma ich powstać dodatkowo ponad 70⁴⁵. Do 2030 ma powstać 520 stacji tankowania, a na ulicach ma być 80 tys. taksówek, 40 tys. autobusów i 30 tys. samochodów dostawczych⁴⁶. W Japonii już teraz jest ok. 100 stacji do tankowania wodoru⁴⁷, a do 2025 ich liczba ma wzrosnąć do 320⁴⁸. Do 2030 ma być około 900 stacji tankowania, 1200 autobusów, 800 tys. samochodów używających ogniw paliwowych⁴⁹. W Niemczech obecnie jest ponad 60 stacji tankowania wodoru⁵⁰. Również w innych państwach europejskich powstają i są planowane kolejne stacje, także w ramach projektów finansowanych przez UE⁵¹.

Polska motoryzacja wodorowa

Produkcja pojazdów wodorowych w Polsce dopiero się zaczyna. Jedynym liczącym się producentem, który już oferuje gotowy produkt jest producent autobusów Solaris, który już otrzymał zamówienie na swoje produkty z Włoch⁵². Od premiery prototypu samochodu osobowego Premier (zaprojektowanego przez zespół naukowców z AGH i WAT), do której doszło trzy lata temu⁵³, brak informacji o znaczących postępach w projekcie. W Polsce nie ma również rodzimych producentów ogniw paliwowych, membran oraz systemów napędów, którzy byliby już gotowi do produkcji masowej lub byliby w stanie podjąć się tego w najbliższym czasie.

Od strony możliwości produkcji wodoru na potrzeby motoryzacji Polska dysponuje już pewnymi możliwościami. JSW planuje wykorzystanie gazu koksowniczego do pozyskania wodoru na potrzeby elektromobilności⁵⁴. Dla uzyskania wodoru o odpowiedniej czystości potrzebuje pozyskać technologię separacji wodoru z Japonii lub Chin⁵⁵. Grupa Azoty produkuje wodór z gazu ziemnego o pożądanej dla samochodów czystości⁵⁶. Zaawansowany w produkcji wodoru w procesie reformingu gazu jest również Lotos. Energa prowadzi badania nad reformingiem biogazu, a PGNiG nad pozyskiwanie wodoru w drodze elektrolizy z OZE⁵⁷. Brak jest jednak infrastruktury do dystrybucji i transportu wodoru. Na terenie Polski nie ma ani jednej stacji do tankowania samochodów wodorowych. W najbliższych latach planowanych jest tylko kilka⁵⁸. Brak jest jeszcze nie tylko infrastruktury, ale również spójnej koncepcji transportu wodoru. Na przykład firma Gaz System jest na etapie badań możliwości przesyłu wodoru razem z gazem ziemnym przy pomocy sieci gazociągowej⁵⁹.

Planując rozwój ekosystemu dla pojazdów wodorowych w Polsce⁶⁰ warto zwrócić uwagę na sytuację na chińskim rynku, gdyż niektóre rozwiązania mogą być przydatne również w naszym kraju. Jeśli chińskie władze pokierują jego rozwojem tak jak w wypadku pojazdów elektrycznych, polscy producenci autobusów oraz innych pojazdów napędzanych wodorem mogą za kilka-kilkanaście lat stanąć w obliczu silnej chińskiej konkurencji, tak jak ma to miejsce obecnie w segmencie autobusów o napędzie elektrycznym, a warto śledzić poczynania i plany konkurencji.

Polski Solaris jest obecnie jednym z czołowych producentów autobusów elektrycznych w Europie, z 17 proc. udziałem w rynku⁶¹. Jego głównymi konkurentami są holenderski VDL z 13 proc. udziałem oraz ubiegłoroczny lider – chińska BYD z 25 proc. udziałem w rynku. Chińska firma w ciągu kilku zaledwie lat skutecznie weszła na trudny europejski rynek i próbuje konkurować z Solarisem również w Polsce. Sprzedaż w Europie zwiększa również inna chińska firma, Yutong, która w ubiegłym roku miała 9 proc. udział w rynku. Rosnąca konkurencja na rodzimym rynku zmusiła chińskich producentów do aktywniejszego pozyskiwania klientów za granicą. Potencjał BYD, Yutonga i innych czołowych chińskich producentów jest nieporównywalnie większy niż europejskich – w tym polskich – firm.

Można spodziewać się w najbliższych latach rosnącej presji ze strony chińskich producentów. Solaris jest obecnie jedynym liczącym się w Europie polskim producentem autobusów elektrycznych⁶². W innych segmentach samochodów elektrycznych polskich producentów brak. W braku rodzimych przedsiębiorstw na poszczególnych etapach łańcucha produkcji polski rząd stara się zbudować branżę bazując na zagranicznych inwestycjach⁶³. To, czy w przyszłości liczniejsze grono polskich przedsiębiorstwa będzie w stanie skutecznie konkurować z firmami chińskimi i z innych państw – nie tylko w autobusach napędzanych wodorem, ale również w innych segmentach pojazdów opartych na tym paliwie – zależy w znacznym stopniu również od wsparcia tworzenia i rozwoju branży ze strony polskich władz i sposobu jego realizacji.

Wnioski

Pod względem zaawansowania budowy łańcucha produkcji i tworzenia wartości w segmencie pojazdów wodorowych Chiny obecnie wyprzedzają Polskę. Jednakże w obu krajach zarówno produkcja jak i sprzedaż są dopiero w początkowych fazach i sukces chińskich producentów, choć dość prawdopodobny, nie jest przesądzony. Biorąc pod uwagę dotychczasowy rozwój branży samochodów elektrycznych w Chinach, doświadczenia i kierunki działań chińskich władz i przedsiębiorstw w rozwoju motoryzacji wodorowej mogą być również przydatne dla rozwoju polskiej motoryzacji.

W szczególności warto zwrócić uwagę na następujące aspekty:

- przyjęta w Chinach kolejność rozwoju poszczególnych segmentów: najpierw samochody dostawcze i ciężarowe oraz autobusy, osobowe w drugiej kolejności;
- zaangażowanie państwa w finansowanie i wspieranie badań i rozwoju udzielane zarówno ośrodkom naukowo-badawczym jak i przedsiębiorstwom;
- dążenie do możliwego maksymalnego zlokalizowania całego łańcucha produkcji od wytwarzania wodoru po produkcję gotowych pojazdów, a jeśli nie jest to możliwe przede wszystkim przy udziale rodzimych przedsiębiorstw: przyciąganie zagranicznych inwestorów branżowych;

- zaangażowanie administracji publicznej na szczeblu centralnym i lokalnym w tworzenie infrastruktury i pozostałych elementów ekosystemu dla samochodów wodorowych;
- rozwój i w miarę postępu technologicznego wdrażanie technologii pozyskiwania wodoru z odnawialnych źródeł energii i zwiększanie udziału „zielonego wodoru” w miejsce pozyskiwanego z paliw kopalnych;
- zdefiniowanie i eliminacja barier prawnych jako elementu spowalniającego rozwój branży;
- zamówienia publiczne jako element budowy efektu skali w początkowym etapie rozwoju segmentu i w efekcie obniżenia kosztów produkcji i eksploatacji pojazdów wodorowych.

Łukasz Sarek – analityk ds. gospodarki Chin w Ośrodku Badań Azji

¹ Alex Thornton, *China is winning the electric vehicle race*, World Economic Forum, 4.02.2018, <https://www.weforum.org/agenda/2019/02/china-is-winning-the-electric-vehicle-race/> [dostęp: 26.08.2019].

² David Kirton, Zheng Lichun, *China's Cut to Electric-Car Subsidies Is the Biggest in Five Years*, Caixin, 2019.03.27, <https://www.caixinglobal.com/2019-03-27/chinas-cut-to-electric-car-subsidies-is-the-biggest-in-five-years-101397921.html> [dostęp: 26.08.2019] oraz Hui He, Hongyang Cui, *China announced 2019 subsidies for new energy vehicles*, The International Council on Clean Transportation, 18.06.2019, <https://theicct.org/publications/china-announced-2019-subsidies-new-energy-vehicles> [dostęp: 26.08.2019].

³ Li Fusheng, *New energy vehicle prices likely to increase in wake of subsidy cuts*, China Daily, 1.07.2019, <http://www.chinadaily.com.cn/a/201907/01/WS5d197398a3103dbf1432b308.html> [dostęp: 26.08.2019].

⁴ Bente Verheul, *Overview of hydrogen and fuel cell developments in China*, Holland Innovation Network China, styczeń 2019, <https://www.nederlandwereldwijd.nl/binaries/nederlandwereldwijd/documenten/publicaties/2019/03/01/waterstof-in-china/Holland+Innovation+Network+in+China+-+Hydrogen+developments.+January+2019.pdf> [dostęp: 26.08.2019].

Podobne wartości podaje następujące źródło: *China Accelerates on the Fuel Cell Technology Front*, EOS Intelligence, 1.08.2019 <https://www.eos-intelligence.com/perspectives/automotive/china-accelerates-on-the-fuel-cell-technology-front/> [dostęp: 26.08.2019].

⁵ John Liu, Ying Tian, Angus Whitley, Sabrina Mao, Nicolas Bock, Jinshan Hong, *China's Father of Electric Cars Says Hydrogen Is the Future*, Bloomberg, 12.06.2019, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-06-12/china-s-father-of-electric-cars-thinks-hydrogen-is-the-future> [dostęp: 26.08.2019].

⁶ Wan Gang przez 10 lat pracował jako inżynier, kierownik ds. technologii w dziale planowania Audi, był rektorem uniwersytetu Tongji, w latach 2007-2018 był ministrem nauki i techniki, od 2007 r jest przewodniczącym jednej z ośmiu satelickich partii KPCh – China Party for Public Interest. Zob. jego profil na chińskiej encyklopedii internetowej Baidu Baike <https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%87%E9%92%A2> [dostęp: 26.08.2019].

⁷ Określane również jako ultra-niskoemisyjne.

⁸ Problemem jest również ograniczona podaż kobaltu. Por. *Electric Car Revolution Could Stall on Cobalt Shortage*, Bloomberg, 21.11.2018, <https://news.bloombergenvironment.com/environment-and-energy/electric-car-revolution-could-stall-on-cobalt-shortage> [dostęp: 26.08.2019].

⁹ *Amnesty challenges industry leaders to clean up their batteries*, Amnesty International, 21.03.2019, <https://www.amnesty.org/en/latest/news/2019/03/amnesty-challenges-industry-leaders-to-clean-up-their-batteries/> [dostęp: 26.08.2019].

¹⁰ Por. stronę internetową firmy: Nel <https://nelhydrogen.com/products/> [dostęp: 26.08.2019].

Na jednej ze stacji instalowanych przez Nel doszło jednak do wybuchu spowodowanego wadliwym montażem zaworów. Zob. *Cause found for fire at H2 refilling station in Norway*, Electrive, 1.07.2019, <https://www.electrive.com/2019/07/01/cause-found-explosion-at-h2-refuelling-station-in-norway/>

[dostęp: 26.08.2019].

¹¹ Jessica Allen, *Explainer: how do we make hydrogen from coal, and is it really a clean fuel?*, The Conversation, 13.04.2018, <https://theconversation.com/explainer-how-do-we-make-hydrogen-from-coal-and-is-it-really-a-clean-fuel-94911> [dostęp: 26.08.2019].

¹² Na temat konkurencyjności cenowej wodoru zob. np. Shigeru Kimura, Yanfei Li, *Demand and Supply Potential of Hydrogen Energy in East Asia*, Economic Research Institute for ASEAN and East Asia, ERIA Research Project Report 2018, No. 01, A report from Economic Research Institute for ASEAN and East Asia to the G20 Energy Transitions Working Group (ETWG), maj 2019, <https://www.g20karuizawa.go.jp/assets/pdf/Demand%20and%20Supply%20Potential%20of%20Hydrogen%20Energy%20in%20East%20Asia.pdf> [dostęp: 26.08.2019].

¹³ Istotnym źródłem informacji na temat sytuacji w segmencie samochodów wodorowych w Chinach wykorzystanym w niniejszej sekcji oraz kolejnej jest: Bente Verheul, *Overview of hydrogen and fuel cell developments in China*, Holland Innovation Network China, styczeń 2019, <https://www.nederlandwereldwijd.nl/binaries/nederlandwereldwijd/documenten/publicaties/2019/03/01/waterstof-in-china/Holland+Innovation+Network+in+China+-+Hydrogen+developments.+January+2019.pdf> [dostęp: 26.08.2019].

Ze względu na znaczny zakres wykorzystania informacji zawartych w powyższym raporcie nie podaje się odniesień do każdej z nich w przypisach, podaje się jedynie odnośniki do innych publikacji, jednak należy mieć na uwadze, że mają one charakter dodatkowy i uzupełniający do powyższej analizy.

¹⁴ Zależnie od tempa i skali zapotrzebowania na wodór ogólnie w gospodarce. Zob. *Demand and Supply Potential of Hydrogen Energy in East Asia...*

¹⁵ Taka sytuacja ma miejsce nawet w małych niewielkich ośrodkach jak Datong. Zob. An Limin, Han Wei, *China Boosts Hydrogen Fuel Cell Investment in Green Energy Push*, Caixin, 15.05.2019, <https://www.caixinglobal.com/2019-05-15/china-boosts-hydrogen-fuel-cell-investment-in-green-energy-push-101415765.html> [dostęp: 26.08.2019].

¹⁶ I do maja br. nie odnotowano większego wzrostu. Zob. 氢从何来，驶向何方——氢燃料电池汽车的正确打开方式, Xinhua, 29.05.2019, http://www.xinhuanet.com/fortune/2019-05/29/c_1124558804.htm [dostęp: 26.08.2019].

¹⁷ Według danych zaprezentowanych przez producenta Foshan, Shunde i Sanshui łącznie zakupiły już 190 autobusów od Feichi. Zob. 佛山今年氢燃料电池客车或达千辆 飞驰已交付190辆 (Liczba autobusów wodorowych w Foshan w tym roku ma sięgnąć tysiąca. Feichi już przekazało 190 sztuk), China Battery Enterprise Alliance, 21.03.2019 <http://m.cbea.com/djgc/201903/976531.html> [dostęp: 26.08.2019].

¹⁸ Np. International Partnership for Hydrogen and Fuel cells in the Economy (IPHE), The Renewable and Clean Hydrogen Innovation Challenge w ramach Mission Innovation i International Hydrogen Fuel Cell Association (IHFCA).

¹⁹ Ayako Matsumoto, *Development Potential of Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicles in China*, Mitsui & Co. Global Strategic Studies Institute Monthly Report, marzec 2019, https://www.mitsui.com/mgssi/en/report/detail/_icsFiles/afieldfile/2019/05/17/1903_matsumoto_e.pdf [dostęp: 26.08.2019].

Chińskie firmy importują również tylko membrany dla ogniwo paliwowych które samodzielnie montują z ogniwami w pełne moduły. Podobnie jak w innych państwach powszechnie stosowane są ogniwa paliwowe z elektrolitem polimerowym (PEMFC). Podejmowany jest też rozwój przez krajowe przedsiębiorstwa innego rodzaju ogniwo, ale jak na razie bez masowego zastosowania w motoryzacji.

²⁰ *Toyota to tie up with major Chinese automaker on fuel cell vehicles*, Japan Times, 22.04.2019, <https://www.japantimes.co.jp/news/2019/04/22/business/corporate-business/toyota-tie-major-chinese-automaker-fuel-cell-vehicles/> [dostęp: 26.08.2019].

²¹ *The Fuel Cell Industry Review 2018*, E4tech, grudzień 2018, <https://www.californiahydrogen.org/wp-content/uploads/2019/01/TheFuelCellIndustryReview2018.pdf>, [dostęp: 26.08.2019].

Weichai Power jest również jednym z istotnych udziałowców w Ballardzie.

Por: *Ballard Signs Historic Strategic Collaboration With Weichai Power*, Advancing China Strategy, strona firmy Ballard, 29.08.2019, <https://www.ballard.com/about-ballard/newsroom/news-releases/2018/08/29/ballard-signs-historic-strategic-collaboration-with-weichai-power-advancing-china-strategy> [dostęp: 26.08.2019].

²² *Development Potential of Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicles in China ...*, Liczba pojazdów wyprodukowanych i dostarczonych do odbiorców może być znacznie wyższa od pojazdów regularnie wykorzystywanych operacyjnie ze względu na procedury rejestracji pojazdów, słabo rozwinięta infrastrukturę itp.

²³ *Por. Development Potential of Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicles in China...*

oraz 京东物流正式试用东风特专氢燃料电池货车 (JD Logistics oficjalnie korzysta ze specjalnych pojazdów na ogniwa wodorowe), International Hydrogen Fuel Cell Association, 6.03.2018, <http://chinese.ihfca.org.cn/a2024.html> [dostęp: 26.08.2019].

²⁴ *Ballard Announces Planned Deployment of 500 Fuel Cell Commercial Trucks in Shanghai*, strona firmy Ballard, 13.02.2018, <https://www.ballard.com/about-ballard/newsroom/news-releases/2018/02/14/ballard-announces-planned-deployment-of-500-fuel-cell-commercial-trucks-in-shanghai> [dostęp: 26.08.2019].

²⁵ Foton sprzedał już ponad 190 autobusów wodorowych, których rozwój rozpoczął 2006, a pierwsze egzemplarze zaprezentował na olimpiadzie w Pekinie. Obecnie rozpoczyna współpracę z Toyotą nad autobusami IV generacji.

Zob. 北汽福田联手丰田·亿华通合作推出氢燃料电池客车 (Foton wspólnie z z Toyotą i podejmuje współpracy nad rozwojem elektrycznych autobusów wodorowych), Sohu, 22.04.2019, http://www.sohu.com/a/309574208_114988

²⁶ Yutong wygrał przetarg na współpracę z Programem Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju, zob. *Yutong hydrogen fuel cell buses win the bid in a UN project*, Truck Bus News, październik-listopad 2017, <https://truckbusnews.com/yutong-hydrogen-fuel-cell-buses-win-bid-un-project/> [dostęp: 26.08.2019].

Pierwsze autobusy weszły na linię. Zob. 20辆宇通氢燃料电池公交车投入郑州727路 (20 wodorowych autobusów Yutong weszło do obsługi linii numer 727 w Zhengzhou), strona Yutong, 18.01.2019, <https://www.yutong.com/news/mediareports/01/2019ARO63yuiyS.shtml> [dostęp: 26.08.2019].

²⁷ 开沃汽车逆境之中开启新图 (Przedstawienie nowego planu w ramach zwrotu Skywell w kierunku pro ekologicznym), Xinhua, 24.01.2019 http://www.xinhuanet.com/auto/2019-01/24/c_1124036816.htm [dostęp: 26.08.2019].

²⁸ 金龙氢燃料客车上线服务6·18 开创福建氢能客车运营时代 (Autobus wodorowy Kin Long wszedł na linię. 18 czerwca rozpoczęła się era funkcjonowania transportu wodorowego w Fujian), strona Kin Long, <https://www.kin-long.com.cn/Mobile/Dynamic/Info/14687/Index.html> [dostęp: 26.08.2019].

²⁹ 吉利首款“氢”燃料电池客车发布 加满氢气可运营一天 (Geely ogłasza pierwszy model „wodorowego” autobusu elektrycznego. Na pełnym tankowaniu możliwy pełny dzień pracy), 30.05.2019, <https://tech.sina.com.cn/mobile/n/n/2019-05-30/doc-ihvhiew5573823.shtml> [dostęp: 26.08.2019].

³⁰ *Development Potential of Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicles in China...*

³¹ *Development Potential of Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicles in China...*

³² *China's Hydrogen Vehicle Dream Chased With \$17 Billion of Funding*, Bloomberg, 27.06.2019, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-06-27/china-s-hydrogen-vehicle-dream-chased-by-17-billion-of-funding> [dostęp: 26.08.2019].

³³ Liu Zhihua, Zhang Yu, *Great Wall Motor bets big on hydrogen fuel cell vehicles*, China Daily, 26.02.2019, <http://www.chinadaily.com.cn/a/201902/26/WS5c749b98a3106c65c34eb69d.html> [dostęp: 26.08.2019].

³⁴ *The Fuel Cell Industry Review 2018...*

Według innych źródeł np. sprzedaż w samym USA w 2017 r. wyniosła ponad 1800 sztuk, w 2018 r. ponad 1700 szt., a w 2019 r. do lipca ok 1100 sztuk. W Europie po niespełna 200 sztuk.

Zob. strona <http://carsalesbase.com/> [dostęp: 26.08.2019].

Zbliżone dane przedstawiono w tym źródle: *Toyota Motor Europe approaching half a million sales of self-charging hybrid electric vehicles in 2018*, strona Toyota Europe, 10.01.2019 <https://newsroom.toyota.eu/toyota-motor-europe-approaching-half-a-million-sales-of-self-charging-hybrid-electric-vehicles-in-2018/> [dostęp: 26.08.2019].

³⁵ Mark Kane, *Sales Of Hyundai Nexo Fuel Cell Exceed 1,000 So Far This Year*, InsideEEVs, 21.05.2019, <https://insideevs.com/news/350490/sales-hyundai-nexo-exceed-1000> [dostęp: 26.08.2019].

³⁶ *Hyundai to boost fuel cell system output 13-fold by 2022*, Reuters, 11.12.2018, <https://www.reuters.com/article/us-hyundai-mobis-hydrogen/hyundai-to-boost-fuel-cell-system-output-13-fold-by-2022-idUSKBN1OAoD4> [dostęp: 26.08.2019].

³⁷ *Autobauer einigen sich auf E-Mobilität-Strategie*, Focus, 21.03.2019, https://www.focus.de/finanzen/news/auto-e-ladesaeulen-muessen-wirtschaftlich-attraktiver-werden_id_10479039.html [dostęp: 26.08.2019].

³⁸ Na świecie są również rozwijane inne pojazdy, które nie są przedmiotem niniejszego opracowania np. ponad 20 tys. wodorowych wózków widłowych w USA.

Zob. *Fact of the Month November 2018: There Are Now More Than 20,000 Hydrogen Fuel Cell Forklifts in Use Across the United States*, U.S. Department of Energy, <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/fact-month-november-2018-there-are-now-more-20000-hydrogen-fuel-cell-forklifts-use> [dostęp: 26.08.2019].

Ta grupa produktów nie jest jednak jeszcze rozwijana w Chinach. Zob. *The Fuel Cell Industry Review 2018...*

³⁹ Carrie Hample, *Hyundai & H2E: 1,600 fuel cell trucks for Europe*, Electrive.com, 15.04.2019, <https://www.electrive.com/2019/04/15/hyundai-h2e-1600-fuel-cell-trucks-for-european-market/> [dostęp: 26.08.2019].

⁴⁰ Alan Ohnsman, *Startup Nikola Bets Hydrogen Will Finally Break Through With Big Rigs*, Forbes, 14.04.2019, <https://www.forbes.com/sites/alanohnsman/2019/04/14/can-a-15-billion-bet-on-fuel-cell-big-rigs-be-a-game-changer-for-hydrogen/#3864c2affe4c> [dostęp: 26.08.2019] oraz Russ Wiles, *See the zero-emissions heavy trucks that Nikola will build in Arizona —and that could revolutionize the industry*, az.central, 17.04.2019, <https://eu.azcentral.com/story/money/business/2019/04/17/nikola-corp-unveils-zero-emissions-trucks-in-scottsdale-built-coolidge-arizona/3479907002/> [dostęp: 26.08.2019].

Co do nagroda branżowej dla Nikoli zob. *Nikola Secures Gold And Silver Project Of The Year Award*, Yahoo, 15.06.2019, <https://finance.yahoo.com/news/nikola-secures-gold-silver-project-170142532.html> [dostęp: 26.08.2019].

⁴¹ Hyundai dopiero w czerwcu br. zaprezentował swój pierwszy produkowany seryjnie autobus wodorowy, zob. *Hyundai's first mass-produced fuel-cell electric bus begins operation*, Pulse, 6.06.2019, <https://pulsenews.co.kr/view.php?year=2019&no=389625> [dostęp: 26.08.2019].

⁴² *Japan Fuel Cell Developments...*

⁴³ Geert van Hecke, *Fuel cell Electric Bus: It works and it's ready!*, Materiały Van Hool, Oslo, 17.04.2018, http://hydrogenvalley.dk/wp-content/uploads/2018/04/8_FCB-OSLO18_VanHool.pdf [dostęp: 26.08.2019].

Van Hool pozyskał największe zamówienie w Niemczech, *Van Hool to build 40 hydrogen buses for Cologne and Wuppertal (Germany)*, strona Van Hool, 28.02.2018, <https://www.vanhool.be/en/news/van-hool-bouwt-40-waterstofbussen-voor-keulen-en-wuppertal-duitsland-copy> [dostęp: 26.08.2019].

⁴⁴ *Demand and Supply Potential of Hydrogen Energy in East Asia...*

⁴⁵ Troy Stangarone, *South Korea's Hydrogen Economy Ambitions*, The Diplomat, 31.01.2019, <https://thediplomat.com/2019/01/south-koreas-hydrogen-economy-ambitions/> [dostęp: 26.08.2019].

⁴⁶ *S. Korea rolls up sleeves to foster hydrogen fuel-cell cars*, Yonhap, 22.04.2019, <https://en.yna.co.kr/view/AEN20190422003000320> [dostęp: 26.08.2019].

⁴⁷ Tetsufumi Ikeda, *Status of Hydrogen Fueling Station Technologies in Japan*, The Association of Hydrogen Supply and Utilization Technology (HySUT), 11.09.2018, <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2018/10/f56/fcto-infrastructure-workshop-2018-16-ikeda.pdf> [dostęp: 26.08.2019].

⁴⁸ Jack Chaben, *Japan Fuel Cell Developments*, 11.03.2019, Fuel Cell & Hydrogen Energy Association, 11.03.2019, <http://www.fchea.org/in-transition/2019/3/11/japan-fuel-cell-developments> [dostęp: 26.08.2019].

⁴⁹ *Demand and Supply Potential of Hydrogen Energy in East Asia...*

⁵⁰ Joanna Sampson, *Germany's 64th hydrogen station opens in Hannover-Laatzten*, 2.04.2019, Gasworld <https://www.gasworld.com/germanys-64th-hydrogen-station-opens/2016937.article#.XKMyngG4ILM.twitter> [dostęp: 26.08.2019].

⁵¹ *Hydrogen Mobility Europe. Emerging Conclusions, H2ME projects overview*, Element Energy dla Hydrogen Mobility Europe, Listopad 2018, http://h2me.eu/wp-content/uploads/2018/11/H2ME_Emerging-Conclusions-_project-overview.pdf [dostęp: 26.08.2019].

⁵² Jakub Dybalski, *Bolzano. Solaris sprzedał 10 autobusów wodorowych. Jeszcze przed premierą*, Transport Publiczny, 30.05.2019, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/bolzano-solaris-sprzedal-10-autobusy-wodorowe-jeszcze-przed-premiera-61749.html> [dostęp: 26.08.2019].

W autobusach zastosowano ogniwa paliwowe od Ballarda. Zob. *Ogniwo wodorowe od Ballard – 8-generacja wchodzi na rynek*, gasHD.eu, 17.06.2019, <http://gashd.eu/2019/06/17/ogniwo-wodorowe-od-ballard-8-generacja-wchodzi-na-rynek/> [dostęp: 26.08.2019].

⁵³ Monika Waluś, *Pierwsze polskie auto na wodór. Hydrocar zaprezentował się w Krakowie*, Gazeta Wyborcza, 21.05.2016, <http://krakow.wyborcza.pl/krakow/1,44425,20113500,pierwsze-polskie-auto-na-wodor-hydrocar-premier-zaprezentowal.html> [dostęp: 26.08.2019].

⁵⁴ Mateusz Hajdun, Bogusław Smółka, *Węgiel koksujący źródłem zielonej energii–wodór z gazu koksowniczego*, Materiały JSW S.A., JSW Innowacje, Szczyrk, wrzesień 2018, <http://www.ichpw.pl/wp-content/uploads/2018/10/Hajdun-Wod%C3%B3r-z-gazu-koksowniczego.pdf> [dostęp: 26.08.2019].

⁵⁵ *Możliwości wykorzystania wodoru w Polsce...*

⁵⁶ *Wodór sprężony*, strona grupy Azoty, <https://www.pulawy.com/409-wodor-sprezony/lang/pl-PL/default.aspx> [dostęp: 26.08.2019].

Por. także Kasper Fiszer, *Grupa Azoty gotowa, by dostarczać wodór dla transportu*, Transport Publiczny, 25.09.2018,

<https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/grupa-azoty-gotowa-by-dostarczacz-wodor-dla-transportu-59624.html> [dostęp: 26.08.2019]. Jednak jak przyznają przedstawiciele grupy konieczne jest przeprowadzanie dodatkowych badań i testów pod kątem wykorzystanie produktu grupy jako paliwa

Zob. *Możliwości wykorzystania wodoru w Polsce – posiedzenie inauguracyjne Zespołu Parlamentarnego – Polska wodorowa*, serwis Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej, 24.10.2018,

http://www.sejm.gov.pl/Sejm8.nsf/transmisje_arch.xsp?unid=2F9364DCECB25Fo4C125830Foo35FE51 [dostęp: 26.08.2019].

⁵⁷ *Wodorowa alternatywa. Raport 2019*, Michał Dorociak, Maciej Tomecki, 300 Gospodarka, kwiecień 2019, http://static.300gospodarka.pl/media/2019/04/alternatywa_wodorowa_raport.pdf [dostęp: 26.08.2019].

⁵⁸ Np. Lotos planuje dwie stacje do 2021 r. Por. *Punkt ładowania samochodów elektrycznych, ekologiczne rozwiązanie, odświeżony projekt wnętrza. To wszystko czeka na kierowców na najnowocześniejszej stacji sieci LOTOS przy ul. Łopuszańskiej w Warszawie*, strona Lotos, 25.01.2019, https://www.lotos.pl/322/p,307,n,4864/grupa_kapitalowa/nasze_spolki/lotos_paliwa/aktualnosci/nowoczesna_stacja_40_sieci_lotos [dostęp: 26.08.2019].

Orlen natomiast założył już stacje wodorowe w Niemczech, zob. Daniel Rząsa, *Dwa lata na poligonie doświadczalnym: czego nauczył się Orlen prowadząc stację tankowania wodoru w Niemczech i jak to wykorzysta w Polsce*, 300 Gospodarka, 8.05.2019, <http://300gospodarka.pl/news/2019/05/08/stacje-tankowania-wodoru-orlenu-w-niemczech-i-w-polsce/> [dostęp: 26.08.2019].

⁵⁹ Wodór transportowany jest wraz z gazem ziemnym i zależnie od rodzaju powłok ochronnych wewnątrz rur może stanowić od kilku do kilkunastu procent mieszaniny. Dodatkowym problemem jest konieczność separacji wodoru od metanu po dokonaniu transportu.

⁶⁰ Rozwój transportu opartego na wodorze jest jednym z istotnych punktów programie prac specjalnego komitetu parlamentarnego, zob. *Możliwości wykorzystania wodoru w Polsce...*, jednak w strategii państwa jest on traktowany jako kolejny etap po rozwoju e-mobilności opartej na bateriach.

⁶¹ *Solaris leader of European e-mobility market. Firm sums up 2018*, strona Solaris, 1.03.2019, <https://www.solarisbus.com/en/busmania/solaris-leader-of-european-e-mobility-market-firm-sums-up-2018-860> [dostęp: 26.08.2019].

⁶² Ursus boryka się z poważnymi problemami finansowymi i zarząd próbował sprzedać Ursus Bus odpowiadający za produkcję autobusów. Firma nie wywiązuje się z zawieranych, często w wyniku przetargów na zamówienia publiczne umów zob. Adam Woźniak, *Ursus zatapiający przez elektryczne autobusy*, Rzeczpospolita, 30.05.2019, <https://moto.rp.pl/tu-i-teraz/26952-ursus-zatapiajacy-przez-elektryczne-autobusy> [dostęp: 26.08.2019].

Ursus został również wyeliminowany z projektu autobusów elektrycznych prowadzonego przez NCBRm.

Zob. Witold Urbanowicz, *Fiasko wielkiego konkursu na polski elektrobus. NCBR wyrzuca Ursusa*, Transport Publiczny, 11.06.2019, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/fiasko-wielkiego-konkursu-na-polski-elektrobus-ncbr-wyrzuca-ursusa-61839.html> [dostęp: 26.08.2019].

Autosan dopiero wchodzi na rynek autobusów elektrycznych, zob. *Co wiadomo o elektrycznym Autosanie? Pierwsze konkrety*, InfoBus, 11.02.2018, http://infobus.pl/co-wiadomo-o-elektrycznym-autosanie-pierwsze-konkrety_more_109684.html [dostęp: 26.08.2019].

Firma jest jednak wciąż w fazie odzyskiwania rentowności w obecnie boryka się z podejrzeniami o sprzedaż autobusów po zaniżonych cenach. Zob. Anna Gorczyca, *Autosan: Nie sprzedawaliśmy autobusów po zaniżonych cenach*, Gazeta Wyborcza, 24.08.2019, <http://rzeszow.wyborcza.pl/rzeszow/7,34962,25107197,nie-sprzedawalismy-autobusow-ponizej-kosztow-odpowiedz-autosanu.html> [dostęp: 26.08.2019].

⁶³ Łukasz Sarek, *Chińskie inwestycje w polską elektromobilność*, Biuletyn Ośrodka Badań Azji, Luty 2019, http://akademia.mil.pl/download/news/Biuletyn_O%C5%9Brodka_Bada%C5%84_Azji_Luty_2019.pdf [dostęp: 26.08.2019].

