Grzegorz Tchorek^a
Waldemar Kozioł^b
Barbara Jabłońska^c
Michał Kurtyka^d
Filip Targowski^e
Stefan Wójtowicz^f

Analiza potencjału badawczo-rozwojowego w zakresie elektromobilności w Polsce

Analysis of research and development potential in the field of electromobility in Poland

Automotive sector is one of the most important sectors in the Polish economy. The article investigates readiness and potential of Polish companies and research institutions in the automotive sector to produce parts and components for electric vehicles on each stage of its value chain. The first section begins with the description of economic importance of automotive sector for the Polish economy and the presentation of the value chain concept with its application to the assessment of the automotive sector. It confirmed the role of the Polish automotive industry as a subcontractor to foreign partners with relative low bargaining power and weak position within global value chains. The second section focuses on the SWOT analysis of the Polish R&D institutions. The authors claim that they can be important partners for electromobility industry but they require more concentrated investment and bigger demand for the R&D results.

DOI	https://doi.org/10.31268/StudiaBAS.2020.08
Słowa kluczowe	elektromobilność w Polsce, polski przemysł samochodowy, badania i rozwój w Polsce
Keywords	electromobility in Poland, Polish automotive industry, R&D in Poland
O autorach	<p>^a Doktor nauk ekonomicznych, Centrum Badań nad Transformacją Energetyczną, Mobilnością i Zmianami Klimatu, Wydział Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego • ✉ Tchorek@wz.uw.edu.pl • ORCID 0000-0003-0307-7639</p> <p>^b Doktor nauk ekonomicznych, Centrum Badań nad Transformacją Energetyczną, Mobilnością i Zmianami Klimatu, Wydział Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego • ✉ wkoziol@wz.uw.edu.pl • ORCID 0000-0001-7812-9355</p> <p>^c Studentka, Centrum Badań nad Transformacją Energetyczną, Mobilnością i Zmianami Klimatu, Wydział Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego • ✉ b.jablonska5@student.uw.edu.pl • ORCID 0000-0002-3193-2674</p> <p>^d Doktor nauk ekonomicznych, Centrum Badań nad Transformacją Energetyczną, Mobilnością i Zmianami Klimatu, Wydział Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego • ✉ michal.kurtyka@gmail.com • ORCID 0000-0002-9121-3655</p> <p>^e Magister, Centrum Badań nad Transformacją Energetyczną, Mobilnością i Zmianami Klimatu, Wydział Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego • ✉ filiptargowski@gmail.com • ORCID 0000-0001-5743-8810</p> <p>^f Doktor inżynier, Centrum Badań nad Transformacją Energetyczną, Mobilnością i Zmianami Klimatu, Wydział Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego • ✉ Stefan.s.Wojtowicz@wp.pl • ORCID 0000-0002-8271-6509</p>

Wstęp

W dostępnej literaturze przedmiotu podkreśla się, że szeroko pojęta branża motoryzacyjna wraz z przemysłami powiązanimi¹ jest w przededniu bardzo ważnej zmiany technologicznej, jaką będzie znaczące upowszechnienie pojazdów elektrycznych w miejsce tych napędzanych silnikami spalinowymi. Zmiana ta już obecnie powoduje redefinicję funkcjonowania branży oraz generuje liczne strategiczne szanse, ale i ryzyka². Dotyczy to również polskiego sektora *automotive*, który, mając duży udział w tworzeniu PKB, nie oferuje istotnych produktów końcowych. Polska nie posiada też znanych międzynarodowo marek i produktów sektora pojazdów samochodowych, choć wyjątkiem jest (znacznie mniejsza i rządząca się swoją specyfiką) produkcja autobusów, w tym nisko- i zeroemisyjnych. Masowa zmiana kluczowej technologii w zakresie napędów otwiera możliwości pojawienia się nowych producentów. Skorzystanie z tej szansy wymaga nie tylko instrumentów wsparcia, ale również dysponowania dobrze rozwiniętym sektorem badań i rozwoju (B+R) pracującym na potrzeby branży motoryzacyjnej.

Celem artykułu jest próba wstępnej oceny potencjału badawczo-rozwojowego polskiego przemysłu samochodowego oraz sektora naukowo-badawczego pod względem możliwości podjęcia produkcji pojazdu elektrycznego w poszczególnych elementach jego łańcucha wartości. Na podstawie przeprowadzonych badań pierwotnych ustalono, że krajowy sektor B+R może stanowić zasadniczy zasób w procesie rozwoju krajowego rynku elektromobilności. Jego wykorzystanie wymaga jednak większego skoncentrowania nakładów, intensyfikacji działalności wdrożeniowej oraz wykreowania odbiorców przemysłowych wyników B+R.

Istotne znaczenie ekonomiczne i społeczne³ sektora *automotive* w Polsce powoduje, że istnieją powody, aby ocenić skutki nadchodzącego przełomu technologicznego dla polskich podmiotów działających w tej branży. Czy ma ona odpowiednie zasoby oraz możliwości transformacji zdolności produkcyjnych? Jaki jest faktyczny potencjał B+R, szczególnie w obszarze elektromobilności?

Podjmując próbę odpowiedzi na te pytania, autorzy poddali analizie wyniki badań pierwotnych przeprowadzonych na Wydziale Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego w latach 2017–2019. W szczególności oceniono wyniki ankiet przeprowadzonych na próbie 11 jednostek naukowo-badawczych, 12 ankiet wśród przedsiębiorstw, a także blisko 20 wywiadów pogłębiowych oraz 9 paneli ekspertów, w trakcie których na bazie przygotowanych scenariuszy i kwestionariuszy udało się pozyskać opinie blisko 100 ekspertów z branży *automotive*, elektromobilności oraz sektora B+R. Dodatkowo dokonany został również przegląd i ocena projektów (z)realizowa-

1 W literaturze często stosuje się angielskie określenie *automotive* i do niego autorzy będą się odnosili w dalszej części artykułu.

2 Ze względu na charakter polskiego sektora motoryzacyjnego, jego uzależnienie od odbiorców zewnętrznych, niewielką liczbę i skalę krajowych integratorów przemysłowych, należy też wskazać na istotne zagrożenia związane z tą zmianą. Artykuł niniejszy jest jednak poświęcony możliwościom wprowadzenia scenariusza w bardzo dużym stopniu ograniczającego negatywne skutki zmiany technologicznej dla polskiej branży motoryzacyjnej.

3 Duża liczba miejsc pracy, często w regionach wrażliwych społecznie.

nych przez podmioty finansowane ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) w latach 2008–2017, które zidentyfikowano jako związane z elektromobilnością.

Koncepcja łańcucha wartości w sektorze motoryzacyjnym

Dostępne raporty i opracowania wskazują, że polski sektor *automotive* wygenerował w roku 2017 ok. 8% PKB⁴. Duża liczba przedsiębiorstw działających w sektorze oraz istniejący kapitał ludzki przekłada się na duży potencjał przemysłowy. Wartość produkcji sprzedanej w 2018 r. wyniosła 153,4 mld zł, co stanowiło 10,5% produkcji sprzedanej w obszarze produkcji wszystkich wyrobów przemysłowych⁵. W 2018 r. wartość eksportu szeroko rozumianych produktów motoryzacyjnych z Polski wyniosła 34,2 mld euro, co stanowiło 15,5% wartości polskiego eksportu towarów.

Zgodnie z danymi *Raportu branży motoryzacyjnej 2019/2020* Polskiego Związku Przemysłu Motoryzacyjnego (PZPM) w 2018 r. funkcjonujące w Polsce fabryki wyprodukowały 451,6 tys. samochodów osobowych, 202,1 tys. samochodów użytkowych (dostawczych i ciężarowych) oraz 5905 pojazdów do transportu publicznego (do przewozu przynajmniej 10 osób)⁶. Biorąc pod uwagę produkcję pojazdów samochodowych, części i akcesoriów motoryzacyjnych oraz handel i usługi związane z motoryzacją, polska branża motoryzacyjna należy do największych w Europie Środkowej i Wschodniej. Przychody producentów motoryzacyjnych w Polsce w 2017 r. osiągnęły wartość 37,5 mld euro. Jednocześnie przychody przedsiębiorstw zajmujących się handlem pojazdami samochodowymi, częściami i akcesoriami oraz naprawami związanymi z motoryzacją wyniosły 46 mld euro. W obu obszarach branży motoryzacyjnej w 2017 r. pracowało 471,6 tys. osób, 57% (268,7 tys.) w handlu i usługach, 43% (202,9 tys.) w segmencie produkcyjnym. Dodatkowo szacuje się, że ponad 650 tys. miejsc pracy utrzymywanych było w sektorach powiązanych z motoryzacją: usługach finansowych, CFM (*Car Fleet Management* – zarządzanie flotą pojazdów), handlu paliwem, transporcie drogowym i budownictwie infrastruktury drogowej⁷. Łącznie zatem w sektorze motoryzacyjnym oraz sektorach z nim powiązanych w 2017 r. pracowało ok. miliona zatrudnionych.

Należy pamiętać, że nawet w okresie gospodarki centralnie planowanej polski przemysł motoryzacyjny był istotnym producentem pojazdów⁸. O ile jednak w 1993 r. Polska była na 39. pozycji na świecie w zakresie eksportu pojazdów oraz części i akcesoriów, o tyle do 2008 r.

4 Ł. Ambroziak i in., *Ile polskiego genu w polskim przemyśle motoryzacyjnym?*, Agencja Rozwoju Przemysłu, Warszawa 2017.

5 Dane obejmują sprzedaż wyprodukowanych w Polsce pojazdów samochodowych, nadwozi, przyczep i nacze, części i akcesoriów motoryzacyjnych, przez przedsiębiorstwa zatrudniające powyżej 9 osób, GUS, *Produkcja wyrobów przemysłowych w 2018 roku*, Warszawa 2019.

6 PZPM, *Raport branży motoryzacyjnej 2019/2020*, sierpień 2019 r.

7 KMPG, *Stan branży motoryzacyjnej oraz jej rola w polskiej gospodarce*, 2017.

8 O. Markiewicz, *Stuck in second gear? EU integration and the evolution of Poland's automotive industry*, „Review of International Political Economy” 2019, online.

dokonała olbrzymiego skoku na pozycję 8. (12 w 2016 r.)⁹. Dzięki zbudowanemu przed rokiem 1990 potencjałowi produkcyjnemu i następnie restrukturyzacyjnej roli inwestycji zagranicznych polskie przedsiębiorstwa stanowią zaplecze produkcyjne dla wyrobów finalnych, co wynika z tradycji sektora, wysokich kompetencji technicznych, rozbudowanej infrastruktury i sieci dostawców oraz bliskości odbiorców i kooperantów¹⁰.

Na pojęcie sektora *automotive* składa się wiele różnych grup wyspecjalizowanych podmiotów, tj. podmioty zajmujące się projektowaniem pojazdów czy produkcji, dostawcy części i komponentów, integratorzy pierwszego i drugiego poziomu, producenci wyrobów gotowych, dystrybutorzy itd. Różna jest ich rola w systemie produkcji pojazdu, ale, co najważniejsze, różna jest ich wartość dodana w sektorze i gospodarce, która mówi o konkurencyjności przedsiębiorstw zaangażowanych w tym sektorze (inna wartość dodana jest wytworzona w biurze projektowym, a inna na taśmie montażowej).

Dla oceny tego, jaka wartość (marża) może być przyporządkowana poszczególnym elementom łańcucha wartości, wykorzystywana jest koncepcja łańcucha wartości (*value chain*). Ma ona źródło w naukach ekonomicznych oraz naukach o zarządzaniu. Choć sama koncepcja łańcucha wartości (w odniesieniu do procesów opisywanych na poziomie pojedynczego przedsiębiorstwa) pojawiła się w sposób sformalizowany u M. Portera w 1985 r.¹¹, to już w latach 60. XX wieku była używana dla opisu procesów produkcyjnych w przemyśle samochodowym w USA, a przemyśle elektronicznym w Azji w latach 80.¹². Popularyzacja koncepcji łańcucha wartości nastąpiła po roku 2000 z uwagi na wykształcenie się tzw. *Global Value Chains* (GVC) – globalnych łańcuchów wartości, które pojawiły się w wyniku pogłębienia specjalizacji produkcji, wzrostu handlu światowego, rozwoju telekomunikacji, informatyzacji i digitalizacji oraz technik logistycznych i zarządczych. Głęboka specjalizacja produkcji wystąpiła przede wszystkim w przemysłach o znacznym zapotrzebowaniu na różnorodność wyrobów i wielkoskalową produkcję, jak np. przemysł samochodowy, gdzie produkt gotowy składa się z kilku tysięcy pojedynczych i często zaawansowanych części oraz modułów.

Koncepcja łańcucha wartości pozwala na podział całego procesu produkcji i eksploatacji produktu, począwszy od etapu B+R, projektowania, zorganizowania surowców, produkcji i integracji, dystrybucji oraz serwisu. Ponadto umożliwia przyporządkowanie każdego elementu procesu

9 T.J. Sturgeon, J. Van Biesebroeck, *Global value chains in the automotive industry: an enhanced role for developing countries*, „International Journal of Technological Learning, Innovation and Development” 2011, No 4(1), s. 181–205.

10 P. Pavlínek, *Restructuring the Central and East European automobile industry: Legacies, trends, and effects of Foreign Direct Investment*, „Post-Soviet Geography and Economics” 2002, No 43(1), s. 41–77.

11 M.E. Porter, *Value chain. The Value Chain and Competitive advantage: creating and sustaining superior performance*, 1985.

12 D. Taglioni, R. Baldwin, *Gravity chains: Estimating bilateral trade flows when parts and components trade is important*, „Journal of Banking and Financial Economics, University of Warsaw” 2014, Vol. 2(2), s. 61–82; V. Meliciani, G. Tchorek, *Internationalization strategy, financial constraints and assets (in) tangibility. A study of euro area countries after the 2008 crisis*, „The Journal of International Trade & Economic Development” 2019; No 28(2), s. 161–188; M.J. Ferrantino, D. Taglioni, *Global value chains in the current trade slowdown*, World Bank Economic Premise, 2014.

według wartości kosztów i wartości dodanej w sposób liniowy. W myśl podejścia zilustrowanego na tzw. krzywej uśmiechu (*smiling curve*) przyjmuje się, że największa wartość dodana (marża) może być wygenerowana na etapie projektowania i sprzedaży produktu, a najmniejsza na etapie samej produkcji, choć zależy to od wielu specyficznych cech sektora i przedsiębiorstw oraz klasy ich tzw. aktywów materialnych i niematerialnych, które decydują o pozycji wewnątrz GVC (wykres 1).

Wykres 1. Łańcuch wartości

Źródło: OECD, 2013.

W innym ujęciu łańcuch wartości w sektorze pojazdów samochodowych jest prezentowany narastająco, według schematu: *tier 3* (*material manufacturer* – producent/wytwórca surowców, podstawowych elementów), *tier 2* (*parts manufacturer* – producent części motoryzacyjnych), *tier 1* (*system manufacturer* – producent złożonych systemów i części, modułów). Na końcu procesu jest producent dobra finalnego – OEM (*Original Equipment Manufacturer*), czyli tzw. integrator jako producent zamykający cały cykl, nadający produktowi określoną markę (np. Mercedes, Renault).

Według nurtu badań zajmującego się problematyką GVC pozycja przedsiębiorstwa w łańcuchu wartości jest powiązana ze zdolnością do umiędzynarodowienia oraz absorpcji wiedzy, a także z innowacyjnością i podatnością na skutki szoków. Pozycja ta zależy od jakości relacji między podmiotami uczestniczącymi w GVC oraz ich aktywów niematerialnych. Zgodnie z zaproponowaną przez G. Gereffi i współpracowników¹³ klasyfikacją pomiaru stopnia powiązań przedsiębiorstw wewnątrz GVC można wyróżnić kilka ich rodzajów (wykres 2):

¹³ G. Gereffi, J. Humphrey, T. Sturgeon, *The governance of global value chains*, „Review of International Political Economy” 2005, No 12(1), s. 78–104.

- **rynkowe**, gdzie dostawcy i kupujący są kojarzeni przez mechanizmy rynkowe, odbiorcy mogą łatwo zmienić dostawców, kluczowa jest cena nabycia komponentów, a stopień sformalizowania transakcji mały, przepływ wiedzy jest niewielki,
- **modularne/pod klucz** – dostawcy wykorzystują różne technologie, produkty są dostosowywane do konkretnych, specyficznych potrzeb kupującego, dostawcy i odbiorcy są równorzędnymi partnerami,
- **uzależniające (captive)** – mali dostawcy na ogół nie mają siły przetargowej i zależą od dużych dostawców oraz ich wymagań,
- **relacyjne** – dostawcy i odbiorcy są względnie równorzędni, istotna jest jakość aktywów niematerialnych, która sprzyja przepływowi wiedzy,
- **hierarchiczne** – dostawcy są pionowo zintegrowani z innymi dostawcami i są częścią ich korporacji.

Asymetria władzy i kontroli realizowanej przez przedsiębiorstwa wiodące i podwykonawców może się zmieniać w cyklu produkcyjnym (np. na etapie B+R relacje mogą być bardziej sieciowe, a na etapie produkcji bardziej zhierarchizowane).

Wykres 2. Modele zarządzania (działania) wewnątrz GVC

Źródło: G. Gereffi, J. Humphrey, T. Sturgeon, *The governance of global value chains*. „Review of International Political Economy” 2005, No 12(1).

Wnioski z przeprowadzonych badań własnych w postaci wywiadów i ankiet wskazują, że w Polsce mimo dużej roli przemysłu samochodowego w gospodarce, krajowi producenci wciąż pozostają poddostawcami zagranicznych koncernów, a ich pozycja przetargowa pozostaje relatywnie słaba. Główną barierę w zakresie wykształcenia silnych krajowych podmiotów z po-

ziomu tzw. *tier 2* i *tier 1* na polskim rynku stanowi brak krajowego integratora OEM. Co prawda w Polsce istnieją krajowi integratorzy OEM w zakresie produkcji autobusów oraz pojazdów specjalnych¹⁴, ale brak jest silnych integratorów OEM i integratorów pierwszego stopnia (*tier 1*) dla samochodów osobowych i dostawczych, których skala działalności jest znacznie większa¹⁵. Jednocześnie można zidentyfikować dużą liczbę (najczęściej) słabych kapitałowo i silnie zależnych od odbiorców zagranicznych krajowych producentów komponentów o zróżnicowanym pochodzeniu kapitału (zarówno krajowym, jak i zagranicznym). Producentów krajowych zazwyczaj charakteryzuje mała skala działania oraz (z nielicznymi wyjątkami) małe doświadczenie integracyjne. Pozytywny jest fakt, że producenci komponentów występują w niemal każdym elemencie łańcucha wartości pojazdu elektrycznego z wyjątkiem ogniw paliwowych dla mobilności (choć istnieją dostępne rozwiązania i pilotażowe stacjonarne – np. Instytut Energetyki).

Wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają również, że w polskim przemyśle pojazdów samochodowych i komponentów dominują relacje typu *captive*, hierarchiczne (poprzez duży udział inwestorów strategicznych w formie BIZ – bezpośrednich inwestycji zagranicznych) i rynkowe (głównie na tzw. rynku *aftermarket*¹⁶) oraz nieliczne relacyjne i modułowe. Ma to istotne implikacje z punktu widzenia możliwości podniesienia wartości dodanej i tzw. awansu w górę łańcucha wartości. Mimo że polskie spółki mają bardzo duży potencjał wytwórczy, ich autonomia i zdolność przeprojektowania linii produkcyjnych pod komponenty elektromobilności są ograniczone, bowiem są one związane wieloletnimi, często restrykcyjnymi umowami ze swoimi dostawcami. Jednocześnie funkcjonuje grupa małych wyspecjalizowanych przedsiębiorstw państwowych, które działają w obszarze aktywności typu *design* i projektowanie (działalność nieprodukcyjna), i mogą być sklasyfikowane jako poddostawcy (również wyników B+R) dla OEM na poziomie *tier 1* (np. AutoDesign sp. z o.o., ECEngineering sp. z o.o., SKBDRIVE TECH).

Ulokowanie polskich przedsiębiorstw w dolnej części łańcucha wartości (w zakresie produkcji) wynika z faktu, że jednym z czynników sukcesu polskich przedsiębiorstw branży *automotive* jest wykorzystanie cenowo-kosztowych przewag konkurencyjnych, tj. niskie koszty pracy i majątku rzeczowego w porównaniu z krajami, z których wywodzą się przedsiębiorstwa będące na szczycie łańcucha wartości (blisko końcowego klienta).

Coraz częściej jednak polskie firmy podnoszą swoją konkurencyjność za pomocą czynników pozacenowych, takich jak odpowiednie wykorzystanie zaplecza B+R oraz specjalizację w ramach specyficznego, rozwiniętego *know-how* (aplikacje specjalne/militarne w takich obszarach jak drony czy robotyka). Silne strony polskiego przemysłu motoryzacyjnego to zróżnicowana oferta, wielu producentów większości komponentów, liczna grupa producentów na poziomie *tier 3*, *tier 2*. Produkcja oparta jest na specjalizacji. Widoczna jest również współpraca z polskim

¹⁴ Jednak zazwyczaj są słabi kapitałowo, o niskiej pozycji negocjacyjnej wobec kluczowych dostawców ze względu na małą skalę działalności, co dodatkowo osłabia ich pozycję konkurencyjną.

¹⁵ W konsekwencji nie jest zapewniana odpowiednia skala działalności dla stworzenia możliwości rozwojowych krajowych producentów części i komponentów samochodowych. To wpływa na dodatkowo gorszą rentowność ich działalności, która opiera się na dostawach dla koncernów międzynarodowych, wobec których polscy producenci mają bardzo słabą pozycję negocjacyjną.

¹⁶ *Aftermarket* – obejmuje rynek części i komponentów zamiennych kierowanych na rynek wtórny, nie dla OEM.

sektorem B+R. W grupie producentów części i akcesoriów motoryzacyjnych funkcjonują też duże, znaczące międzynarodowo grupy z polskim kapitałem (np. Grupa Boryszew). Niski koszt pracy i wysoka specjalizacja powodują udział polskich podmiotów w sieciach dostawców dużych koncernów. Jednocześnie skutkiem tych uwarunkowań są liczne i wciąż powstające nowe fabryki koncernów zagranicznych (np. Hutchinson na Podkarpaciu).

Na bardzo konkurencyjnym rynku istnieją przykłady polskich podmiotów, które odniosły międzynarodowy sukces. Należą do nich m.in. Solaris, Ekoenergetyka, Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów, ale również podmioty z obszaru lekkiej elektromobilności, jak Zasada Rowery czy Kross Rowery. Czynniki sukcesu są różne dla każdego przedsiębiorstwa, lecz wszystkie łączy odpowiedni do zasobów i warunków konkurencyjnych wybór modelu biznesowego oraz elastyczność strategii działania względem warunków rynkowych. Kluczowe dla podmiotów rozpoczynających działalność jest wykorzystanie zmian, do których można zaliczyć kryzys gospodarczy przekładający się na zmiany strukturalne w branży, w tym ograniczanie liczby działających podmiotów/konkurentów czy zmiana w trendach rynkowych i cywilizacyjnych związanych m.in. z transportem współdzielonym (np. *car sharing*). Do zaistnienia czy wyróżnienia się na rynku, szczególnie w trudnych warunkach, konieczna jest jednak otwartość na innowacje i umiejętne łączenie swoich specjalizacji. Przykładem odpowiednio dobranej strategii jest współpraca Ekoenergetyki i Solaris, które wykorzystały niszowość i elastyczność¹⁷. Należy wyróżnić współpracę obu tych przedsiębiorstw za podążanie/powiązanie producenta stacji ładowania z integratorem/producentem autobusów. Równie ważna dla obu podmiotów jest umiejętność wykorzystania finansowania B+R z NCBR oraz współpraca z jednostkami naukowymi.

Do słabych stron polskiego sektora motoryzacyjnego należy zaliczyć niską rentowność sprzedaży, niskie nakłady na B+R (z nielicznymi wyjątkami) oraz niską chłonność wyników B+R. Wśród polskich przedsiębiorstw w tym sektorze dominują małe, słabe kapitałowo podmioty, które funkcjonują w segmentach o wysokiej pracochłonności (wykorzystujące przewagi kosztowe). Występują wyłącznie nieliczni lokalni odbiorcy OEM i *tier 1*. Związanie umowami z odbiorcami zagranicznymi ogranicza swobodę działania na nowym rynku oraz wprowadza niepewność relacji z klientami, którzy mają stosunkowo dużą swobodę w rezygnacji ze współpracy z mniejszymi dostawcami.

Zidentyfikowane ograniczenia rozwoju to przede wszystkim niskie zasoby finansowe podmiotów, brak lub słabość partnerów przemysłowych (brak krajowych producentów/integratorów OEM i *tier 1*), rozproszona polityka przemysłowa (nieskoncentrowane działania badawcze, inwestycyjne itp.), problemy we współpracy z sektorem B+R oraz brak wykwalifikowanych kadr technicznych. W polskim przemyśle motoryzacyjnym jest to także mała skala działania, małe doświadczenie (często są to nowe podmioty) oraz niskie marże.

Podsumowując, polskie podmioty *automotive* produkują większość potrzebnych części samochodowych, tak dla odbiorców OEM, jak i przede wszystkim na *aftermarket*. Są pożądanym partnerem w procesie produkcji polskiego samochodu elektrycznego z uwagi na doświadczenie, kadrę i relacje krajowe oraz międzynarodowe. W warunkach zmiany produktowej (samochody

¹⁷ Jako zdolność do szybkiego dostosowania się do zapotrzebowania klientów.

elektryczne) podmioty lokalne będą poddane szczególnej presji. Możliwe są likwidacje niektórych przedsiębiorstw, szczególnie z tych segmentów, gdzie podzespoły nie będą potrzebne w pojeździe elektrycznym, a część z nich będzie wymagała wsparcia w restrukturyzacji produkcyjnej. Lokalny OEM i integrator *tier 1* powstałe w wyniku programu elektromobilności będą pożądanymi partnerami stabilizującymi rynek, umożliwią utrzymanie skali produkcji i zatrudnienia, a zatem międzynarodowych przewag, a jednocześnie podniesienie marży na produktach. Polski OEM zmniejszy również zależność krajowych producentów od zagranicznych zamówień i centrów decyzyjnych. Potencjalnymi źródłami przewagi konkurencyjnej polskiego sektora *automotive* może być polityka państwa oraz program rozwoju elektromobilności, a szczególnie pojawienie się integratorów OEM oraz *tier 1*. Przewagą konkurencyjną może być też poziom rozwoju sektora B+R oraz duży rynek lokalny traktowany jako bazowy.

Obecna restrukturyzacja globalnej branży motoryzacyjnej jest szansą na przejęcie zagranicznych upadających przedsiębiorstw z technologiami, produktami i bazą klientów oraz wypieranie nieefektywnych ekonomicznie konkurentów¹⁸. W branży panuje presja na obniżkę kosztów oraz zwiększanie zakresu *outsourcingu* przez producentów pojazdów (finalnego OEM). Jednocześnie restrukturyzacja branży *automotive* niesie ze sobą zagrożenia, szczególnie dla małych i słabych kapitałowo podmiotów. Są to np. zmniejszenie zapotrzebowania na części w pojazdach elektrycznych względem pojazdów spalinowych¹⁹ oraz wypychanie lub przejmowanie lokalnych podmiotów przez graczy międzynarodowych. Zmiana technologiczna i presja na obniżkę cen (i tym samym spadek marży) prowadzi do konsolidacji branży.

Potencjał naukowy polskiego sektora badań i rozwoju w elektromobilności

Przeprowadzone w latach 2017–2019 badania w formie ankiet, wywiadów pogłębionych oraz paneli ekspertów potwierdzają wysoki poziom zaawansowania aktywności B+R wśród polskich instytutów badawczych w zakresie elektromobilności oraz obszarach powiązanych. Badania wykazały, że istnieje dorobek i potencjał B+R w niemal każdym elemencie łańcucha wartości pojazdu elektrycznego, a poziom naukowy i techniczny jest wystarczający do podjęcia projektu samochodu elektrycznego. Jednocześnie w ramach sektora B+R wyróżniono segmenty, w których poziom zaawansowania badań odpowiada światowemu (napędy, stacje ładowania), ale również takie, gdzie zmniejszenie dystansu wymaga wysiłku i znacznych nakładów (baterie, ogniwa paliwowe), co zostało zaprezentowane w tabeli 1.

¹⁸ Czego przykładem może być szybki rozwój Grupy Boryszew po przejęciu m.in. Maflow.

¹⁹ W zależności od metodologii liczenia samochodów spalinowych składa się z ok. kilku tysięcy części. Samochody elektryczne wymagają mniejszej liczby części, stąd mniejsza ich produkcja będzie dostarczana do montażu pierwotnego przez integratorów poszczególnych poziomów. Dodatkowo ze względu na szybkość zużycia części (prostsze i krótsze przeglądy, diagnostyka zdalna niektórych elementów), przemianom podlegał będzie rynek *aftermarket*. Wykształci się oczywiście rynek nowych komponentów, ale z racji prostszej konstrukcji samochodów elektrycznych będzie ich potrzebował mniej niż obecnie.

Tabela 1. Poziom zaawansowania polskiego B+R według elementów łańcucha wartości pojazdu elektrycznego

Element łańcucha	Stan B+R/naukowy	Stan B+R/techniczny
Baterie	Zaawansowany	Średnio zaawansowany
Ogniwa paliwowe	Zaawansowany	Przeciętny
Napęd	Zaawansowany	Zaawansowany
Stacje ładowania	Zaawansowany	Zaawansowany
Autonomizacja i ICT	Zaawansowany	Średnio zaawansowany/Zaawansowany
Komponenty	Zaawansowany	Zaawansowany
Integracja	Zaawansowany	Przeciętny/Średnio zaawansowany

Źródło: zestawienie na podstawie własnych badań pierwotnych (ankiety, wywiady, analiza projektów NCBR).

Głównymi słabościami sektora B+R są: brak (lub bardzo niewielkie) doświadczenia przemysłowego, rozproszenie i słaba koordynacja badań oraz brak wdrożeń (często zbyt niski poziom gotowości technologicznej wyników badań). Najważniejszym problemem, który praktycznie uniemożliwia rozwój sektora, jest brak odbiorów przemysłowych wyników badań²⁰. Na etapie badań i rozwoju poziom finansowania należy ocenić jako wystarczający, ale finansowanie wymaga koordynacji i koncentracji dostępnych środków, szczególnie w przypadku decyzji o podjęciu produkcji pojazdu elektrycznego. Prowadzone w Polsce prace badawcze dotyczą całego łańcucha wartości pojazdu, ale istnieje potrzeba koordynacji i koncentracji zakresu prac oraz współpracy między jednostkami prowadzącymi prace nad tym samym elementem pojazdu, a przede wszystkim zamówień przemysłowych.

Podsumowując, w Polsce możliwa jest produkcja samochodu elektrycznego, a posiadany dorobek B+R jest wystarczający. Jednocześnie można wskazać przynajmniej dwie kluczowe przeszkody. Po pierwsze, ze względu na niskie doświadczenie integracyjne, proces stworzenia demonstratora technologii pojazdu oraz prototypu, aż do wdrożenia modelu wielkoseryjnego może zająć więcej niż 3 lata. Potencjalnym rozwiązaniem problemu mógłby być zakup licencji lub, o ile to możliwe, przejęcie dotychczasowego producenta wraz z zapleczem produkcyjnym i *portfolio* produktowym. Jednocześnie niezbędna jest wysoka optymalizacja produkcji pojazdu(ów) osobowego i małego dostawczego, objawiająca się m.in. oparciem kilku modeli pojazdów na jednej bądź maksymalnie dwóch płytach podłogowych (z możliwością rozszerzenia asortymentu w przyszłości). Po drugie, badania wykazały brak możliwości wielkoskalowej produkcji baterii, wobec czego niezbędny jest zakup licencji i uruchomienie produkcji ogniw bateryjnych jako strategicznego komponentu pojazdu elektrycznego²¹.

²⁰ Co w praktyce stanowi najpoważniejszą barierę w poprawie wcześniej opisanych zagadnień. Można ocenić, że pojawienie się dużych odbiorców przemysłowych wyników badań lub silnych przemysłowych partnerów projektów badawczo-wdrożeniowych byłoby ważnym impulsem w rozwoju całej branży B+R nie tylko w obszarze szeroko pojętego *automotive*.

²¹ Polskie instytucje naukowe oraz badawcze wykazują inicjatywę i chęć współpracy w zakresie wdrożenia opracowanych rozwiązań z obszaru baterii. Jednym z najbardziej zaawansowanych jest konsorcjum PolStorEn,

Sektor B+R w świetle oceny projektów badawczych NCBR

Przeprowadzone w latach 2017–2019 badania, z których wnioski przedstawiono w poprzedniej części artykułu, uzupełnione zostały przeglądem projektów badawczych finansowanych i współfinansowanych przez NCBR. Miał on na celu dodatkową weryfikację otrzymanych wyników i potwierdzenie zdefiniowanych rekomendacji. Przeprowadzony w 2018 r. proces badawczy obejmował m.in. ocenę projektów finansowanych z NCBR w latach 2008–2017 w obszarze elektromobilności. Zidentyfikowano ok. 190 projektów związanych z *e-car* i szeroko rozumianą elektromobilnością, które dotyczą w sposób pośredni lub bezpośredni każdego elementu łańcucha wartości e-samochodu. W okresie 2010–2017 na te projekty wydano blisko 1 mld zł, a przeciętna kwota projektu to ok. 5 mln zł (tylko dla tych, których finansowanie było dostępne publicznie, dla projektów starszych wystąpiła trudność w uzyskaniu danych/opisów).

Analiza tych projektów wykazała, że istnieje grupa kluczowych instytutów badawczych i przedsiębiorstw przemysłowych występujących o projekty i gromadzących związaną z tym wiedzę, doświadczenie i umiejętności w aktywnościach związanych z każdym elementem łańcucha wartości. Znaczna część beneficjentów to instytuty i uczelnie, co potwierdza ich wysoki potencjał. Duża część projektów jest realizowana w konsorcjach, w których ważnymi podmiotami są uczelnie i instytuty. Zidentyfikowano też liczne projekty w zakresie kompletnego pojazdu, które po zakończeniu etapu badawczo-rozwojowego nie doczekały się jednak wdrożenia.

Podsumowując, przedstawiona wcześniej ocena potencjału sektora B+R w zakresie elektromobilności znajduje potwierdzenie w podejmowanych zagadnieniach badawczych i wdrożeniowych, co nie pozostaje bez wpływu na obniżenie ryzyka związanego z podjęciem decyzji o produkcji pojazdu elektrycznego. Zaobserwowany poziom gotowości technologicznej TRL (*technology readiness level*) wyników projektów i związane z tym doświadczenie (w tym wdrożeniowe) podnosi prawdopodobieństwo prawidłowego procesu produkcyjnego i zdolność do dalszego rozwoju samochodu elektrycznego.

B+R w elektromobilności na poziomie jednostek naukowo-badawczych (SWOT)

Do silnych stron jednostek naukowo-badawczych należy duże doświadczenie badawcze wynikające z licznie realizowanych projektów i badań własnych. Dodatkowo zidentyfikowano szeroki

które powstało w lutym 2018 r. w składzie: Akademia Górniczo-Hutnicza, Instytut Metali Nieżelaznych, Politechnika Gdańska, Politechnika Poznańska, Politechnika Warszawska, Uniwersytet Jagielloński oraz Uniwersytet Warszawski. Głównym celem konsorcjum jest opracowanie i wdrożenie innowacyjnych rozwiązań z zakresu magazynowania energii przede wszystkim z wykorzystaniem polskiego kapitału intelektualnego oraz gospodarczego. Horyzont działania i osiągania celów został określony, w zależności od technologii, na 3 do 10 lat. Osiągnięcia naukowe konsorcjantów w momencie tworzenia to ok. 1000 publikacji oraz 40 000 cytowań. Dodatkowo podmioty mają 56 zidentyfikowanych rozwiązań technologicznych chronionych 18 patentami zagranicznymi, 13 patentami RP i 29 zgłoszeniami patentowymi. Podmioty wchodzące w skład konsorcjum uczestniczą również w dużym projekcie IPCEI (strategiczny projekt wspólnego europejskiego zainteresowania) *European Battery Alliance* (EBA).

wachlarz prowadzonych badań obejmujący każdy element łańcucha wartości e-pojazdu oraz uczestnictwo w światowej wymianie naukowej. Badania klasyfikowane są na przeciętnym poziomie światowym i niekiedy bliskim liderom (choć w większości badanych przypadków występuje negatywna luka). Do silnych stron należy także stabilne i relatywnie duże finansowanie (przede wszystkim BST²² oraz NCBR i PARP – Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości) oraz duże doświadczenie podmiotów podlegających wojsku, również wdrożeniowe.

Słabe strony jednostek naukowo-badawczych to przede wszystkim duże rozproszenie badań i jednostek zaangażowanych w elektromobilność, brak koordynacji tematów badawczych, brak współpracy i często wzajemna konkurencja powodująca rozdrobnienie badań i środków. Analiza projektów NCBR wykazała ponadto nierówny poziom naukowy instytucji badawczych i uczelni. Wszystkie aspekty łącznie skutkują występowaniem luki technicznej względem liderów światowych.

W porównaniu z najlepszymi przykładami światowymi w Polsce brakuje biur projektowych w obszarze planowania, organizacji i logistyki produkcji, brak jest również priorytetów badawczych i średniookresowych agend badawczych. W obszarze finansowym i wdrożeniowym występuje zbyt mało istniejących i potencjalnych ważnych partnerów przemysłowych zainteresowanych wynikami B+R, co skutkuje oparciem prac badawczych na grantach finansowanych ze środków publicznych, a nie prywatnych. Tego typu projekty ze względu na zbyt słabe realne związki z przemysłem przekładają się na małą liczbę wdrożeń, które zazwyczaj realizowane są również na małą skalę.

Program elektromobilności jest szansą dla jednostek naukowo-badawczych, jeśli będzie skutkował pojawieniem się ważnych partnerów przemysłowych (najlepiej integratorów) lub widocznym rozwojem już istniejących podmiotów. Szanse te zwiększa stabilne otoczenie prawne w postaci ustawy z 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U. poz. 317), a także polityk (transportowej, energetycznej czy klimatycznej) oraz dyrektyw Unii Europejskiej (np. dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2019/1161 z 20 czerwca 2019 r. zmieniającej dyrektywę 2009/33/WE w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego). Jednocześnie narzędzia takie jak Fundusz Niskoemisyjnego Transportu, który powołany został przywołaną ustawą, czy Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) stanowić mogą nie tylko narzędzia upowszechnienia pojazdów elektrycznych (wprowadzane w Polsce dopłaty do samochodów elektrycznych), ale też finansowania intensyfikacji stosowanych badań naukowych w obszarze elektromobilności i rozwoju krajowych producentów, którzy byłiby naturalnymi odbiorcami ich wyników. To właśnie wspierani również z tego źródła silni partnerzy prywatni zwiększają szanse na wykorzystanie projektów finansowanych ze środków publicznych i unijnych w celu doprowadzenia prac badawczych do 9. poziomu badawczego lub/i wdrożenia (TRL). Ogólnokrajowy, kompleksowy projekt elektromobilności jest dla jednostek naukowo-badawczych szansą na priorytetyzację kierunków badawczych i koordynację projektów badawczych, rozszerzenie współpracy z partnerami przemysłowymi, rozpoczęcie działalności

22 BST – nakłady na badania statutowe desygnowane uczelniom i instytutom z MNiSW.

Wykres 3. Źródła finansowania B+R w badanych jednostkach* w latach 2015-2017*

Uwaga: W prezentacji suma wydatków w strukturze procentowej niejednokrotnie jest większa niż 100% z uwagi na fakt, że niektóre programy, np. NCBR, stanowią również dystrybucję środków unijnych.

* Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Odlewnictwa; Instytut Badań i Rozwoju Motoryzacji BOSMAL Sp. z o.o.; Instytut Biopolimerów i Włókien Chemicznych; Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla; Instytut Chemii Przemysłowej im. prof. Ignacego Mościckiego; Instytut Energetyki; Instytut Metali Nieżelaznych Oddział w Poznaniu Centralne Laboratorium Akumulatorów i Ogniwi; Instytut Transportu Samochodowego; Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL; Wydział Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej; Wydział Elektryczny Politechniki Warszawskiej.

Źródło: na podstawie badań ankietowych.

przemysłowej (np. Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów) oraz możliwością wdrożeń przemysłowych i pozyskania doświadczenia w tym zakresie, a co za tym idzie zwiększenia efektywności badań.

Największe zagrożenia w projekcie elektromobilności to m.in. zmiany w programie elektromobilności (brak rozwoju istniejących i nowych partnerów), niekorzystne zmiany otoczenia regulacyjnego (tak krajowego, jak i unijnego), brak koordynacji i rozproszenie działań (brak spójnej strategii) oraz zniknięcie istniejących partnerów przemysłowych w wyniku konsolidacji lub upadłości. Z punktu widzenia współpracy międzynarodowej zagrożeniem może być rezygnacja partnerów zagranicznych ze współpracy, powiększenie się luki w relacji do liderów światowych, odpływ wykształconej kadry naukowo-technicznej za granicę czy zmiany koniunktury światowej. Zagrożeniem jest również możliwość ograniczenia dostępu do środków publicznych (w tym europejskich).

Tabela 2. Publikacje i osiągnięcia z lat 2008–2017 (suma dla wszystkich jednostek)

	Krajowych	Zagranicznych
Liczba publikacji	8425	2149
Liczba punktów MNiSW	55 644	31 317
Liczba publikacji związanych z elementami łańcucha wartości pojazdu elektrycznego	178	171
	Ogólnie	W elektromobilności
Średnia cytawalność publikacji	10 805,45	14 577,2
Liczba pozyskanych patentów	581	66
Liczba wnioskowanych patentów	496	84
Liczba prac rozwojowych	90	
Liczba wdrożeń przemysłowych	1083	77

Źródło: na podstawie badań ankietowych.

W celu jak najlepszego wykorzystania szans projektu elektromobilności i ograniczenia występujących zagrożeń ważne byłoby powołanie centrum koordynacyjnego (podejście systemowe) oraz przeprowadzenie reformy finansowania projektów B+R, poprzez koncentrację na tematach strategicznych (wyborze kilku tematów zbieżnych ze „Strategią na rzecz odpowiedzialnego rozwoju” i koncentracji finansowania – BST, NCN, NCBR, PARP). Taką potencjalną rolę w określaniu zapotrzebowania na tematy badawcze może odegrać przemysł czy krajowe podmioty powołane do wdrożenia elektromobilności (np. spółka ElectroMobility Poland, EMP). Wskazana jest również konsolidacja jednostek B+R.

Znaczną część środków na badania w Polsce kontroluje MNiSW poprzez BST, NCN oraz NCBR (wg ocen jednostek, które wzięły udział w badaniu ankietowym jest to ok. 40–60% wydatków na B+R), (wykres 3). Szersze i aktywniejsze włączenie MNiSW w proces projektowania badań w kluczowych dziedzinach dla gospodarki oraz ustalenie właściwej hierarchii badań na poziomie środków BST, NCN i NCBR może prowadzić do znacznego wzrostu efektywności badań i wyższej gotowości technologicznej badanych produktów.

Ponadto badane jednostki charakteryzują się wysokim poziomem wiedzy, cytawalności publikacji, patentów i wdrożeń w zakresie elektromobilności. Mimo istniejącej luki technologicznej względem graczy globalnych, poziom światowy jest możliwy do osiągnięcia w perspektywie krótko- lub co najwyżej średnioterminowej (tabela 2).

Większa koordynacja działań na poziomie ministerialnym wraz z (pożądanym) centrum sterującym powinna ograniczać dublowanie i rozpraszanie projektów badawczych. Wyznaczenie średniookresowych agend badawczych w kluczowych obszarach przemysłu oraz dedykowanie im środków (nawet tych samych co wcześniej, lecz skoncentrowanych) pozwoli na uporządkowanie perspektywy badawczej. Przykładowym podziałem w hierarchizacji badań jest przydzielenie BST i NCN do badań podstawowych na potrzeby badań przemysłowych, a na dalszych etapach badań przemysłowych o wysokim stopniu TRL finansowanie z NCBR, co obrazuje wykres 4.

Wykres 4. Modele finansowania B+R w Polsce

Podsumowanie

Popularyzacja pojazdów z napędami alternatywnymi mająca miejsce w ostatniej dekadzie jest jedną z nielicznych przełomowych zmian na rynku motoryzacyjnym od początku jego istnienia (czyli ponad 100 lat), wpływających na istotne zmiany w jego strukturze i redefiniująca układ wpływów i powiązań globalnych koncernów motoryzacyjnych oraz podmiotów sektora energetycznego. Globalna zmiana technologiczna jednego z kluczowych sektorów gospodarki odpowiadającego za ok. 8% PKB Polski może być szansą na podniesienie konkurencyjności branży motoryzacyjnej w kraju oraz koncentrację kapitału ludzkiego i finansowego. Zmiany te mogą zapewnić lepszą współpracę polskich przedsiębiorstw z jednostkami naukowo-badawczymi w zakresie rozwiązań transportowych i informatycznych, a co za tym idzie wzmocnić pozycję konkurencyjną państwa w tych obszarach.

Polski sektor B+R jest w stanie wesprzeć proces elektromobilności, ale wymaga inwestycji, aktywnego partnera przemysłowego, choćby wykreowanego w ramach programu rządowego, oraz możliwości pozyskiwania doświadczenia przemysłowego (wdrożenia przemysłowe). Prowadzone prace B+R oraz doświadczenie są ulokowane niemal we wszystkich elementach łańcucha wartości pojazdu elektrycznego – istnieje potencjał do wykonania komponentów w każdym obszarze (wynika to z różnorodnych projektów badawczych, w tym NCBR), gdy konieczne jest złożenie zamówienia na określony komponent według określonych parametrów.

MNiSW, NCBR, PARP oraz instytucje normalizacyjne, Polski Fundusz Rozwoju oraz podmioty zamawiające (finansujące) rozwiązania z elektromobilności mają do odegrania dużą rolę w zakresie wypracowania i „wymuszenia” standardów. Stanowi to jeden z kluczowych czynników modularyzacji rozwiązań, co powinno sprzyjać osiągnięciu korzyści skali. Kolejnym celem jest

także pogłębienie wymiany naukowej i transferu wiedzy w środowisku międzynarodowym, które mają stymulować duże i interdyscyplinarne zespoły badawczo-wdrożeniowe.

Do celów głównych należy wykreowanie nowych partnerów przemysłowych dla B+R, szczególnie OEM (producenci samochodów, dostawcy części na poziomie *tier 1*, dostawcy kluczowych elementów, takich jak ogniwa do baterii) oraz wsparcie i stabilizacja istniejących partnerów dla B+R (producenci autobusów, kolej, stacje ładowania dedykowane i powszechne). Dla rozwoju elektromobilności w zakresie *automotive* istotne jest wykreowanie polskiego producenta ogniw bateryjnych i baterii oraz zapewnienie im ekonomii skali dla obniżenia kosztów tego kluczowego elementu e-samochodu, przy jednoczesnym podtrzymaniu i rozwoju krajowego sektora B+R.

Możliwość rozwoju rynku elektromobilności jest jedną z nielicznych i unikalnych szans, które powinny być wykorzystane dla podtrzymania miejsca sektora *automotive* w polskiej gospodarce oraz rozwoju kompetencji krajowego sektora B+R z branżą tą powiązanego. Stworzono stabilne ramy regulacyjne w postaci wspomnianych wcześniej: ustawy z 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, a także polityk i dyrektyw Unii Europejskiej. W konsekwencji kluczowymi działaniami powinny być koordynacja, standaryzacja, modułowość i korzyści skali produkcji. Wtedy w procesie elektromobilności, a szczególnie produkcji pojazdów elektrycznych, będzie można wykorzystać w pełni potencjał polskiej branży *automotive* oraz sektora powiązanych badań i rozwoju, zapewniając im nie tylko przetrwanie, ale i rozwój. Natomiast polskiej gospodarce zapewni to długoterminową poprawę konkurencyjności.

Bibliografia

- Ambroziak Ł. i in., *Ile polskiego genu w polskim przemyśle motoryzacyjnym?*, Agencja Rozwoju Przemysłu, Warszawa 2017.
- Ferrantino M.J., Taglioni D., *Global value chains in the current trade slowdown*, World Bank Economic Premise, 2014.
- Gereffi G., Humphrey J., Sturgeon T., *The governance of global value chains*, „Review of International Political Economy” 2005, No 12(1).
- GUS, *Produkcja wyrobów przemysłowych w 2018 roku*, Warszawa 2019.
- KMPG, *Stan branży motoryzacyjnej oraz jej rola w polskiej gospodarce*, 2017.
- Markiewicz O., *Stuck in second gear? EU integration and the evolution of Poland's automotive industry*, „Review of International Political Economy” 2019, online, <https://doi.org/10.1080/09692290.2019.1681019>.
- Meliciani V., Tchorek G., *Internationalization strategy, financial constraints and assets (in) tangibility. A study of euro area countries after the 2008 crisis*, „The Journal of International Trade & Economic Development” 2019, No 28(2), <https://doi.org/10.1080/09638199.2018.1514065>.
- OECD, *Interconnected Economies: Benefiting from Global Value Chains*, Paris 2013.
- Porter M.E., *Value chain. The Value Chain and Competitive advantage: creating and sustaining superior performance*, 1985.
- PZPM, *Raport branży motoryzacyjnej 2019/2020*, sierpień 2019 r.
- Sturgeon T.J., Van Biesebroeck J., *Global value chains in the automotive industry: an enhanced role for developing countries*. „International Journal of Technological Learning, Innovation and Development” 2011, No 4(1).

Pavlínek P., *Restructuring the Central and East European automobile industry: Legacies, trends, and effects of Foreign Direct Investment*, „Post-Soviet Geography and Economics” 2002, No 43(1).

Taglioni D., Baldwin R., *Gravity chains: Estimating bilateral trade flows when parts and components trade is important*, „Journal of Banking and Financial Economics, University of Warsaw” 2014, Vol. 2(2), <https://doi.org/10.7172/2353-6845.jbfe.2014.2.3>.

Akty prawne

Ustawa z 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, Dz.U. poz. 317.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1161 z 20 czerwca 2019 r. zmieniająca dyrektywę 2009/33/WE w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego, Dz.Urz. UE L 188 z 12 lipca 2019 r..