

UNIWERSYTET EKONOMICZNY WE WROCŁAWIU

ZIELONA POLITYKA PRZEMYSŁOWA NA RZECZ POWSTANIA I ROZWOJU RYNKU  
POJAZDÓW ZASILANYCH WODOROWYMI OGNIWAMI PALIWOWYMI  
W AMERYKAŃSKIM STANIE KALIFORNIA  
Z PERSPEKTYWY EKONOMII ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

mgr Paweł Brusilo

*Autoreferat rozprawy doktorskiej w dyscyplinie Ekonomii i Finansów*

**Promotor:** prof. dr hab. Bogusława Drelich-Skulska

**Promotor pomocniczy:** dr Anna H. Jankowiak, prof. UEW

**Współpraca badawcza:** prof. David G. Victor, dr Ryan Hanna,  
Uniwersytet Kalifornijski w San Diego, USA

### Wprowadzenie

Przeciwdziałanie zmianie klimatu i dążenie do osiągnięcia rozwoju zrównoważonego i trwałego wiąże się z licznymi i koniecznymi przemianami społeczno-gospodarczymi. Jedną z nich jest transformacja energetyczna postrzegana jako ilościowa i jakościowa zmiana w sposobie pozyskiwania, przetwarzania, magazynowania i wykorzystywania energii w poszczególnych branżach, tj. transport, w celu zwiększenia efektywności energetycznej oraz redukcji emisji gazów cieplarnianych. Tym samym, jako strukturalna przemiana głównie sektora przemysłowego, transformacja energetyczna może być przedmiotem oddziaływania polityki przemysłowej. Warto zauważyć, że polityka przemysłowa, jako koncepcja, nie jest jednorodna, ale może być postrzegana jako złożone działanie, którego niuanse kształtowane są przez otoczenie społeczno-gospodarcze i potencjał rozwojowy danego państwa. Przegląd dokonany przez A.A. Ambroziaka podkreśla złożoność pojęcia polityki przemysłowej, zaznaczając, że jej cele, zakres, instrumenty, oczekiwane rezultaty, a nawet implikacje mogą się znacznie różnić. Szczególnie istotnym spostrzeżeniem jest rola, jaką odgrywa etap rozwoju danego państwa w kształtowaniu i wdrażaniu polityki przemysłowej (Ambroziak, 2017, p. 3). Ponadto, zdaniem autora niniejszej rozprawy, współczesne rozważania na temat założeń i celów polityki przemysłowej prowadzonej w poszczególnych państwach powinny uwzględniać założenia rozwoju zrównoważonego i trwałego. W tym kontekście ekonomia zrównoważonego rozwoju dostarcza normatywne postulaty, które mogą przyczynić się do pogłębienia rozważań na temat bardziej zrównoważonej (względem środowiska naturalnego) i trwałej (względem zapewnienia rozwoju gospodarczego dla przyszłych pokoleń) polityki przemysłowej. Jak postuluje B. Poskrobko, przedmiotem tej teorii (ugruntowanej dokonaniem w zakresie badań nad koncepcją rozwoju zrównoważonego i trwałego oraz postulatu silnego zrównoważenia) jest ekonomia makrosystemu *społeczeństwo-gospodarka-środowisko* (2012, p. 20). Jej podstawowym postulowanym paradygmatem jest to, że rozwój zrównoważony i trwały to szeroko rozumiana równowaga

rozwoju społecznego, gospodarczego i środowiskowego (2012, p. 24). Konceptualizację tej teorii można również przypisać badaczom takim jak E. Lorek (2011), K. Midor (2012), S. Czaja (2012), czy D. Kiełczewski (2012), którzy dążyli do ustalenia i dalszego rozwoju normatywnych postulatów ekonomii zrównoważonego rozwoju.

W wymiarze teoretycznym rozprawa zgłębia normatywne postulaty ekonomii zrównoważonego rozwoju i modelowe założenia zielonej polityki przemysłowej. Hallegatte i in. (2013) opisali zieloną politykę przemysłową jako politykę ukierunkowaną na rozwój sektora przemysłu, która jednocześnie wpływa na strukturę produkcji gospodarczej w celu generowania korzyści środowiskowych. Zielona polityka przemysłowa odnosi się również do wszelkich prób interwencji państwa w celu przyspieszenia rozwoju niskoemisyjnych rozwiązań stanowiących alternatywę dla paliw kopalnych (Karp & Stevenson, 2012). Ponadto można stwierdzić, że zielona polityka przemysłowa ma na celu stymulowanie rozwoju technologii o niższym negatywnym oddziaływaniu na środowisko przy użyciu różnych instrumentów takich jak dotacje, podatki i opłaty, regulacje, a także handel uprawnieniami do emisji CO<sub>2</sub> (Allan et al., 2021, p. 3; Tagliapietra & Veugelers, 2020).

Równolegle, poszukując empirycznych dowodów na efektywność stosowania zielonej polityki przemysłowej, rozprawa podejmuje problematykę jednego z kierunków transformacji energetycznej – rozwoju gospodarki wodorowej. Koncepcja tej gospodarki zakłada, że uniwersalnym i powszechnym nośnikiem energii, na przykład w sektorze transportu, może stać się *czysty wodor*, czyli taki, którego poziom skumulowanej emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia nie przekracza 4 kgCO<sub>2</sub>e/ kgH<sub>2</sub> (Departament ds. Energii USA, 2023). *Czysty wodor* może zostać wyprodukowany, np. w procesie elektrolizy wody, zasilanej energią elektryczną pochodzącą z odnawialnych źródeł energii (Hydrogen Council, 2021; IRENA, 2020). Rozwój gospodarki wodorowej wymaga dostosowania założeń zielonej polityki przemysłowej, aby wspierać produkcję, magazynowanie, dystrybucję i końcowe zastosowanie *czystego wodoru*, w tym zasilanie pojazdów elektrycznych napędzanych wodorowymi ogniwami paliwowymi (ang. *Fuel Cell Electric Vehicles* - FCEV). Jednocześnie dotychczasowe dążenie do obniżenia emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza pochodzących z sektora transportu, wspierane przez podejście oparte na zielonej polityce przemysłowej, przyspieszyło wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań technologicznych skutkując powstaniem szeregu typów pojazdów bez- lub niskoemisyjnych, takich jak hybrydowe pojazdy elektryczne typu plug-in (ang. *Plug-in Hybrid Electric Vehicles* – PHEV), akumulatorowe pojazdy elektryczne (ang. *Battery Electric Vehicle* - BEV) oraz wspomniane już pojazdy typu FCEV. Niewątpliwie zarówno pojazdy typu PHEV, jak i BEV dominują na globalnym rynku pojazdów o napędzie elektrycznym (IEA, 2023). Stąd też, rozprawa koncentruje się na pojazdach typu FCEV, które, choć tworzą niszowy rynek w skali globalnej, to posiadają wiele wyróżników stanowiących o ich komparatywnych przewagach – oferują większy zasięg i krótszy czas tankowania, stosunkowo niższe koszty utrzymania oraz wyższą efektywność energetyczną w porównaniu z innymi pojazdami zeroemisyjnymi (Bae et al., 2022; Li et al., 2022; Lopez Jaramillo et al., 2019). Jednocześnie, jako zeroemisyjna alternatywa dla konwencjonalnych pojazdów z silnikami spalinowymi

(ang. *Internal Combustion Engine Vehicle* - ICEV), oferują znaczny potencjał w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza (Saritas et al., 2019). Poszczególne państwa i organizacje międzynarodowe zastosowały już zróżnicowane instrumenty zielonej polityki przemysłowej i wprowadziły mniej lub bardziej skuteczne strategie tworzenia i rozwoju rynków pojazdów typu FCEV (WEC, 2021). Przykłady takiego podejścia zaprezentowano między innymi w:

- amerykańskiej *National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap* (Departament ds. Energii USA, 2023),
- *Europejskim Zielonym Ładzie*, a dokładnie w *Strategii w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu* (Komisja Europejska, 2019; 2020) i rozporządzeniu ws. rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych (Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej, 2023),
- oraz w strategiach wodorowych na poziomie krajowym, np. w Polsce (Polskie Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 2021).

Według Sharifi i in. (2022), większość z badanych krajowych lub międzynarodowych strategii na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej koncentruje się na zwiększaniu skali funkcjonowania łańcuchów wartości gospodarki wodorowej, z odłożonym w czasie naciskiem na redukcję intensywności emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza - zgodnie ze schematem: *najpierw skala, później niskoemisyjność*.

W tym kontekście amerykański stan Kalifornia reprezentuje podejście wpisujące się w założenia rozwoju zrównoważonego i trwałego, w którym wzrost wykorzystania *czystego* wodoru służy przede wszystkim redukcji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza pochodzących z sektora transportu. Warto zauważyć, że w oparciu o federalną ustawę o czystym powietrzu z 1967 roku (*Federal Clean Air Act of 1967*) stan Kalifornia uzyskał wyjątkowe w skali kraju federalne uprawnienie do egzekwowania niezależnych norm emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza pochodzących z transportu, które były znacznie bardziej rygorystyczne, niż w innych stanach USA. W 1990 roku stan Kalifornia wprowadził pionierskie rozporządzenie dotyczące pojazdów bezemisyjnych - *ZEV Regulation*. Miało ono umożliwić osiągnięcie długoterminowych celów w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza poprzez stopniowe zwiększanie podaży pojazdów bezemisyjnych. Od tego czasu stan Kalifornia realizował różnorodne strategie (Brown et al., 2012; Schoenung & Keller, 2017) i wdrażał liczne instrumenty zielonej polityki przemysłowej w celu ustanowienia i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV w segmencie lekkich pojazdów osobowych, autobusów (ang. *Fuel Cell Electric Bus* - FCEB) oraz średnich i ciężkich pojazdów ciężarowych (ang. *Fuel Cell Electric Trucks* - FCET). Ekspansja ta zbiegła się w czasie z rozwojem publicznie dostępnej infrastruktury tankowania paliwa wodorowego oraz zwiększoną produkcją, transportem i magazynowaniem *czystego* wodoru, czyniąc stan Kalifornia jednym z globalnych liderów we wzroście rynku pojazdów typu FCEV (Forrest et al., 2020; Turoń, 2020). Rozwój rynku pojazdów FCEV w stanie Kalifornia stanowi potencjalnie modelowe rozwiązanie dla innych stanów USA i państw, w tym Polski, które dążą do rozwoju infrastruktury tankowania i samego rynku tych pojazdów. Kluczowe jest więc zbadanie, które instrumenty zielonej polityki przemysłowej miały największy wpływ na rozwój tego rynku. W kontekście ograniczonych zasobów i dostępności *czystego*

wodoru, rozważna alokacja tego wtórnego nośnika energii jest niezbędna dla stymulowania rozwoju różnych segmentów rynku pojazdów typu FCEV w innych stanach USA i państwach. Ponadto, w wielu mniej zasobnych państwach i stanach USA, lekkie pojazdy pasażerskie typu FCEV mogą być mniej dostępne, co podkreśla znaczenie pojazdów ciężarowych i autobusów wodorowych w realizacji celów związanych z rozwojem rynku pojazdów typu FCEV. Tym samym rozprawa doktorska analizuje zieloną politykę przemysłową stanu Kalifornia i jej wpływ na rynek pojazdów typu FCEV, dostarczając obserwacji dla innych stanów USA i państw.

### ***Problem badawczy i zakres badań***

W oparciu o powyższą syntezę pierwotnych rozważań opracowano problem badawczy, który ma charakter poznawczy oraz został sformułowany jako syntetyczne pytanie - ***Jak wybrane instrumenty zielonej polityki przemysłowej wpłynęły na powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV w amerykańskim stanie Kalifornia z perspektywy ekonomii zrównoważonego rozwoju?*** Niniejsza rozprawa ma zatem wymiar teoretyczny i empiryczny - wymiar teoretyczny bada związek między zieloną polityką przemysłową a normatywnymi postulatami ekonomii zrównoważonego rozwoju. Wymiar empiryczny obejmuje badanie wpływu wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej na powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV. Zakres przestrzenny obejmuje amerykański stan Kalifornia. Zakres czasowy obejmuje okres od 1990 do 2022 roku. Zakres przedmiotowy badań obejmuje interesariuszy rynku pojazdów typu FCEV po stronie podażowej i popytowej, a także tych reprezentujących środowisko akademickie, organizacje oraz stowarzyszenia branżowe, dostawców wodoru i operatorów stacji tankowania, a także władze stanowe i federalne, które wdrażają instrumenty zielonej polityki przemysłowej.

### ***Cele i pytania badawcze***

Głównym celem badawczym niniejszej rozprawy jest **ocena wpływu wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej na powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV w amerykańskim stanie Kalifornia w latach 1990-2022 z perspektywy założeń ekonomii zrównoważonego rozwoju**. Osiągnięcie głównego celu rozprawy wymagało realizacji czterech szczegółowych celów badawczych (CB), które zostały przedstawione i omówione w czterech kolejnych rozdziałach niniejszej rozprawy, odzwierciedlając tym samym jej strukturę. W związku z tym niniejsza rozprawa została opracowana w celu:

- CB 1.** określenia zależności pomiędzy założeniami zielonej polityki przemysłowej a normatywnymi postulatami ekonomii zrównoważonego rozwoju;
- CB 2.** określenia znaczenia rozwoju rynku pojazdów typu FCEV dla rozwoju gospodarki wodorowej z perspektywy normatywnych postulatów ekonomii zrównoważonego rozwoju;
- CB 3.** zidentyfikowania instrumentów zielonej polityki przemysłowej ukierunkowanych na powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV w amerykańskim stanie Kalifornia w latach 1990-2022;
- CB 4.** ocenę wpływu wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej na powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV w amerykańskim stanie Kalifornia w latach 1990-2022.

W ramach koncepcyjnych rozważań nad problemem badawczym opracowano zestaw szczegółowych pytań badawczych odpowiadających poszczególnym celom badawczym (wyróżnionym w nawiasach).

- PB 1.** Jaka jest geneza, obszary problemowe i normatywne postulaty ekonomii zrównoważonego rozwoju? (CB1)
- PB 2.** W jaki sposób można prowadzić politykę przemysłową, biorąc pod uwagę normatywne postulaty ekonomii zrównoważonego rozwoju? (CB1)
- PB 3.** W jaki sposób powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV przyczynia się do rozwoju gospodarki wodorowej? (CB2)
- PB 4.** W jaki sposób powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV wpisuje się w normatywne postulaty ekonomii zrównoważonego rozwoju? (CB2)
- PB 5.** Jakie instrumenty zielonej polityki przemysłowej zostały wdrożone na szczeblu stanowym i federalnym w celu powstania i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia w latach 1990-2022? (CB3)
- PB 6.** Jak zmieniała się struktura rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia w latach 1990-2022? (CB3)
- PB 7.** Jacy interesariusze przyczynili się do powstania i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia w latach 1990-2022? (CB3)
- PB 8.** Dlaczego stan Kalifornia wspierał powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV, pomimo iż inne pojazdy bezemisyjne (ZEV), takie jak BEV, odnotowały większą liczbę nowych użytkowników? (CB4)
- PB 9.** Które wybrane instrumenty zielonej polityki przemysłowej były najbardziej efektywne w powstaniu i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia w latach 1990-2022? (CB4)
- PB 10.** Patrząc w przeszłość na proces powstawania i wdrażania wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej, jakie alternatywne działania można było podjąć, aby przyspieszyć powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV w Kalifornii? (CB4)
- PB 11.** Czy w przyszłości należałoby wprowadzić ewentualne modyfikacje w założeniach, celach i konstrukcji wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej wdrażanych w stanie Kalifornia w celu dalszego rozwoju rynku pojazdów typu FCEV? (CB4)
- PB 12.** Czego mniej zasobne stany USA i państwa mogą się nauczyć z doświadczeń stanu Kalifornia w zakresie powstania i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV? (CB4)

Z dokonanego przeglądu literatury wynika, że ocena wpływu zielonej polityki przemysłowej stanu Kalifornia na powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV nie została dotychczas przeprowadzona. Podczas gdy studium przypadku, koncentrujące się na barierach rozwoju rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia, zostało przeprowadzone za pomocą częściowo ustrukturyzowanych wywiadów (Trencher, 2020), rozprawa obejmuje dłuższy okres i odmienny zakres przedmiotowy. Podejmując to badanie, autor skupił się przede wszystkim na wpływie i efektywności wprowadzonych instrumentów zielonej polityki przemysłowej na poziomie stanowym (biorąc pod uwagę istnienie federalnych aktów prawnych, które przyznały stanowi Kalifornia znaczną niezależność w zakresie nakładania własnych rygorystycznych norm emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza z sektora transportu) na osiągnięcie czterech strategicznych celów –

(1) zapewnienie zrównoważonej i niskokosztowej podaży paliwa wodorowego, (2) rozwój dostępnej i niezawodnej infrastruktury jego tankowania, (3) zwiększenie podaży pojazdów typu FCEV oraz (4) zwiększenie popytu na pojazdy typu FCEV. Autor zaprojektował i przeprowadził badania w oparciu o potrzebę wykorzystania wyników wcześniejszych badań, które częściowo odpowiadają poszczególnym pytaniom badawczym. Warto podkreślić, że te wcześniejsze wyniki badań doprowadziły do sformułowania wielu nowych pytań badawczych, na które dotychczas nie udzielono odpowiedzi, takich jak: *Które instrumenty były najbardziej efektywne w powstaniu i rozwijaniu rynku pojazdów typu FCEV w tym stanie?* lub *Co można było zrobić inaczej w przeszłości lub co należy zrobić inaczej w przyszłości, aby przyspieszyć rozwój tego rynku?* Te przykładowe dwa pytania (opracowane w oparciu o przegląd literatury) zapewniają przestrzeń do rozważań koncepcyjnych poprzez zastosowanie odpowiednio *podejścia retrospektywnego* lub *prospektywnego*. Odpowiedzi na te dwa pytania mogą dostarczyć szczegółowych i pogłębionych obserwacji, które warto zastosować w stanie Kalifornia i poza jego granicami, biorąc pod uwagę lokalne lub krajowe determinanty rozwoju rynku pojazdów typu FCEV. Co więcej, podjęcie głównego problemu badawczego, zwłaszcza w 2023 roku, stanowi potrzebę uaktualnienia dotychczasowych założeń zielonej polityki przemysłowej w świetle nowych wyników badań, postępu technologicznego (zwłaszcza w segmentach rynku FCEB i FCET) oraz, co ważniejsze, sytuacji społeczno-gospodarczej po zakończeniu pandemii COVID-19, która wymusiła przyjęcie programów na rzecz gospodarczej odbudowy (czego wynikiem jest m.in. Amerykańska ustawa klimatyczno-inflacyjna – *Inflation Reduction Act* (IRA)). W związku z powyższym, podjęcie omawianego badania ma kluczowe znaczenie dla wypełnienia luki w badaniach empirycznych związanej z wyżej wymienionymi rozważaniami teoretycznymi.

### **Metody badawcze**

Autor zastosował metody ilościowe i metody jakościowe, aby osiągnąć główny cel badawczy i szczegółowe cele badawcze oraz udzielić odpowiedzi na szczegółowe pytania badawcze. Wybrane ilościowe i jakościowe metody badawcze uzupełniały się wzajemnie, aby zapewnić dogłębną eksplorację problemu badawczego. Pierwszą metodą badawczą była **metoda analizy i konstrukcji logicznej**, w ramach której autor, stosując *podejście redukcjonistyczne*, wyodrębnił krytyczne elementy problemu badawczego i poddał je analizie w kolejnych rozdziałach i podrozdziałach. Biorąc pod uwagę teoretyczne i empiryczne podłoże badań, niezbędne było wykorzystanie wspomnianego podejścia redukcjonistycznego do oceny wpływu wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej na powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV z perspektywy normatywnych postulatów ekonomii zrównoważonego rozwoju. Następnie, po dokonaniu przeglądu uzyskanych wyników, autor dokonał ich syntezy z wykorzystaniem *podejścia holistycznego* w celu udzielenia odpowiedzi na postawiony problem badawczy. Proces ten był powiązany z kilkoma metodami badawczymi, które obejmowały **przegląd i krytyczną ocenę literatury** na temat teoretycznej zależności między założeniami zielonej polityki przemysłowej a normatywnymi postulatami ekonomii zrównoważonego rozwoju. Pomogło to autorowi wykryć i przedstawić poznawczą lukę badawczą oraz zademonstrować kompleksowy przegląd aktualnego stanu badań w badanej dziedzinie. Metoda ta została również zastosowana do określenia aktualnego stanu badań empirycznych dotyczących oceny wpływu instrumentów zielonej polityki przemysłowej

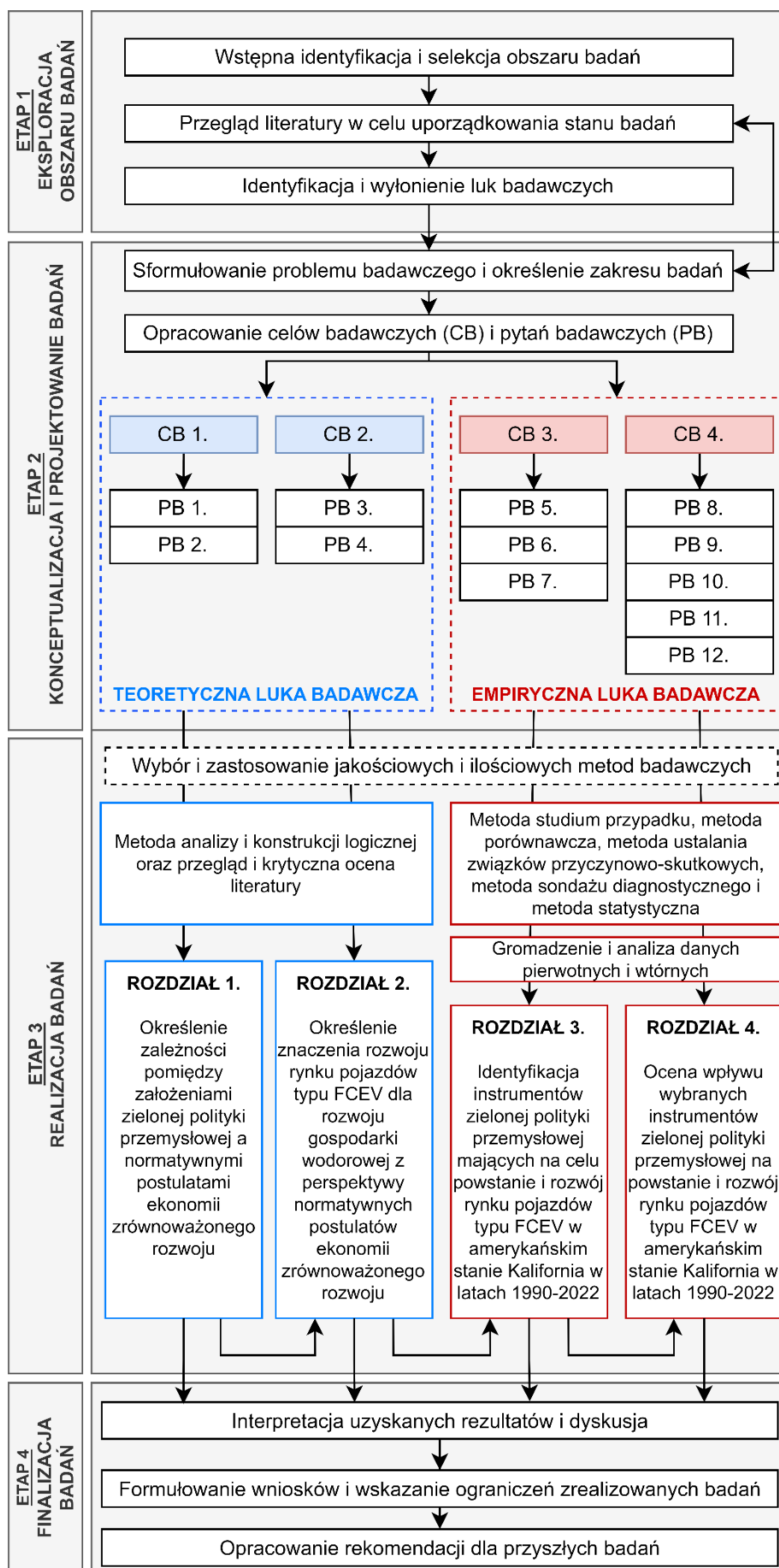
na powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV. Ponadto, wykorzystując **metodę studium przypadku**, autor ocenił zmiany w strukturze rynku pojazdów typu FCEV i determinanty kształtujące jego ewolucję w badanym okresie w oparciu o dane wtórne pochodzące z literatury, wskaźniki rynkowe, raporty branżowe i dokumenty strategiczne, poszerzone o opinie interesariuszy tego rynku. Ponadto, autor wykorzystał **metodę ustalania związków przyczynowo-skutkowych**, która pomogła w określeniu zależności pomiędzy wdrożeniem wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej a powstaniem i rozwojem badanego rynku. Warto podkreślić, że wiodącą metodą badawczą zastosowaną w badaniu empirycznym była **metoda sondażu diagnostycznego** wykorzystująca dwie uzupełniające się **techniki badawcze – indywidualne wywiady strukturyzowane i kwestionariusze ankiet** (o określonej strukturze z pytaniami rankingowymi). Metoda sondażu diagnostycznego została wykorzystana do oceny wpływu i efektywności wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej na powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia w latach 1990-2022. Autor przeprowadził 46 indywidualnych wywiadów strukturyzowanych i ankiet z wykorzystaniem procedury CAWI (ang. *Computer-Assisted Web Interview*) na platformie Zoom. Następnie nagrane treści zostały poddane rygorystycznej transkrypcji i analizie przy użyciu oprogramowania NVivo (wersja 13.3). Uczestnicy badania zostali starannie wybrani poprzez selekcję celową (inaczej zwaną selekcją arbitralną), która była nielosowym doбором próby opartym na subiektywnych wyborach dokonanych przez autora, zapewniającym zbliżoną do reprezentatywnej próbę uczestników i interesariuszy rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia. Dobór celowy opierał się na obszernym przeglądzie literatury, ustawodawstwa oraz publikacji i raportów branżowych, ukierunkowanych na podmioty z każdej ze zidentyfikowanych grup interesariuszy rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia. Kryteria włączenia obejmowały posiadanie bezpośrednich powiązań zawodowych z tymi interesariuszami, pełnienie funkcji kierowniczych wyższego szczebla związanych z problemem badawczym oraz wyrażenie dobrowolnej, świadomej zgody na udział w badaniu. Odnosząc się do kwestii etycznych i zarządzania danymi, autor uzyskał zgodę Komisji ds. Etyki Badań Naukowych Uniwersytetu Kalifornijskiego w San Diego, gdzie badanie zostało zarejestrowane i afiliowane. W dysertacji kompleksowo omówiono również kwestie etyczne i strategię zarządzania danymi wraz z wynikami empirycznymi. Autor rozszerzył metody studium przypadku i sondażu diagnostycznego o **metodę statystyczną**, która pozwoliła na analizę ilościowych danych pierwotnych pozyskanych z badania ankietowego oraz opisu zjawisk i procesów związanych z problemem badawczym. Konieczne było dokonanie oceny, tj. rozkładu odpowiedzi udzielonych przez uczestników badania, w celu sformułowania wniosków opartych na zmienności danych w zakresie skuteczności poszczególnych instrumentów zielonej polityki przemysłowej w osiągnięciu czterech strategicznych celów polityki oraz ogólnego powstania i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV.

Przygotowując rozprawę doktorską autor wykorzystał wiedzę teoretyczną z zakresu ekonomii oraz samodzielnie przeprowadzone prace badawcze i analityczne w celu wyciągnięcia wniosków z przeprowadzonych badań. Autor oświadcza, że zapoznał się z ustawą z dnia 27 września 2017 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki w celu zapewnienia, że niniejsza rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 13 tej ustawy.

## *Procedura badawcza*

Procedura badawcza zawarta w rozprawie została podzielona na cztery odrębne etapy, jak przedstawiono na rysunku 1. **Pierwszy etap** obejmował eksplorację obszaru badawczego, przede wszystkim poprzez wstępny przegląd literatury. Autor skupił się na wiodących kierunkach we współczesnym dyskursie naukowym, w szczególności na transformacji energetycznej i zmianach strukturalnych związanych z tym wielowymiarowym procesem. W tym obszarze pojawiły się teoretyczne i empiryczne rozważania dotyczące powstania i rozwoju gospodarki wodorowej z wykorzystaniem zielonej polityki przemysłowej. Etap ten obejmował przegląd literatury w celu usystematyzowania istniejących badań i zidentyfikowania luk teoretycznych i empirycznych zasługujących na pogłębione badania. W **drugim etapie** autor sformułował i poddał dalszym analizom problem badawczy w celu wyodrębnienia czterech elementów składowych problemu badawczego, które stanowiły cztery szczegółowe cele badawcze - odnoszące się do teoretycznej luki badawczej (CB1 i CB2) oraz empirycznej luki badawczej (CB3 i CB4). Następnie opracowano szczegółowe pytania badawcze (PB1 - PB12) dostosowane do tych celów, kończąc konceptualizację badań. W **trzecim etapie** zastosowano podejście mieszane, łączące jakościowe i ilościowe metody badawcze. Połączenie różnych metod badawczych było kluczowe dla skutecznego zbadania problemu badawczego. Na początku zglębiono genezę i założenia ekonomii zrównoważonego rozwoju, co pozwoliło na powstanie teoretycznego kontekstu dla prowadzonych badań. Następnie zbadano rolę zielonej polityki przemysłowej w dostosowywaniu polityki przemysłowej do normatywnych postulatów ekonomii zrównoważonego rozwoju. Ponadto, badania objęły koncepcję gospodarki wodorowej oraz znaczenie powstania i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV jako jednego z kluczowych działań, dzięki którym koncepcja ta może zostać wdrożona. Ponadto zbadano rozwój tego rynku w kontekście omawianej teorii, wypełniając zidentyfikowaną teoretyczną lukę badawczą. Kontynuacją badań było studium przypadku rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia w latach 1990-2022, w tym wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej zarówno na poziomie stanowym, jak i federalnym. Ta część badań obejmowała ilościową i jakościową ocenę efektywności badanych instrumentów oraz retrospektywną i prospektywną analizę założeń zielonej polityki przemysłowej, zakończoną obserwacjami dla stanu Kalifornia i innych stanów USA oraz państw. Badanie wpływu zielonej polityki przemysłowej na powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia bez jednoczesnego uwzględnienia wskaźników rynkowych i percepcji poszczególnych interesariuszy nie pozwoliłoby na dogłębną analizę wpływu i efektywności wybranych instrumentów, a co ważniejsze - jak można było je alternatywnie wdrożyć, jak można je udoskonalić i czego mniej zasobne stany USA i państwa mogą się nauczyć z doświadczeń badanego stanu. Zastosowanie omówionych metod badawczych pozwoliło na pozyskanie i analizę danych pierwotnych i wtórnych. Wygenerowanie danych pierwotnych było możliwe dzięki metodzie sondażu diagnostycznego, która pozwoliła autorowi na przeprowadzenie 46 indywidualnych wywiadów strukturyzowanych z wybranymi interesariuszami rynku pojazdów typu FCEV. W **czwartym etapie** przeprowadzono weryfikację i dyskusję uzyskanych wyników z każdego etapu badań. Na tej podstawie opracowano wnioski podkreślające ograniczenia badawcze i zalecenia dotyczące przyszłych badań.





Rysunek 1. Procedura badawcza zastosowana w przygotowaniu dysertacji z podziałem na etapy. Źródło: Opracowanie własne.

### *Struktura rozprawy doktorskiej*

Struktura rozprawy jest zgodna z czterema kolejnymi szczegółowymi celami badawczymi i przedstawia odpowiedzi na szczegółowe pytania badawcze przedstawione wcześniej. Rozprawa składa się z czterech rozdziałów. Pierwsze dwa mają charakter teoretyczny, natomiast trzeci i czwarty stanowią część empiryczną i normatywną pracy.

**Pierwszy rozdział** poświęcony jest określeniu adekwatności pomiędzy normatywnymi postulatami ekonomii zrównoważonego rozwoju a założeniami zielonej polityki przemysłowej, którą można określić jako nowy paradygmat w polityce przemysłowej. Początkowy podrozdział rozdziału 1 zagłębia się w ekonomię zrównoważonego rozwoju, śledząc jej umocowanie w naukach ekonomicznych. Powstanie jej normatywnych postulatów zostało omówione wraz z trzema głównymi obszarami problemowymi, które obejmują obszar ekonomiczny, społeczno-kulturowy i środowiskowy. Ponadto autor przedstawił zjawisko transformacji energetycznej i omówił wiodące teorie, które je opisują. Druga część rozdziału poświęcona jest zielonej polityce przemysłowej, analizowanej przez pryzmat ekonomii zrównoważonego rozwoju. W pierwszej części rozdziału zbadano istotę polityki ekonomicznej, a tym samym interwencji państwa, rzucając światło na te koncepcje w ramach wybranych szkół teoretycznych. Następnie podkreślono rolę polityki przemysłowej w kształtowaniu przemian strukturalnych. Rozdział ten prezentuje także koncepcję zielonej polityki przemysłowej, pozycjonując ją jako podejście jedynie częściowo zgodne z założeniami i normatywnymi postulatami ekonomii zrównoważonego rozwoju.

**Drugi rozdział** poświęcony jest powstaniu i rozwojowi rynku pojazdów typu FCEV, łącząc zarówno koncepcję gospodarki wodorowej, jak i ekonomię zrównoważonego rozwoju (realizując tym samym drugi szczegółowy cel badawczy). Początkowo rozdział ten opisuje koncepcję gospodarki wodorowej, określając jej genezę i podstawowe założenia. Następnie omówiono łańcuch wartości gospodarki wodorowej. Rozdział ten podkreśla znaczenie zielonej polityki przemysłowej w procesie rozwoju gospodarki wodorowej oraz rynku pojazdów typu FCEV. Druga część rozdziału poświęcona jest szczegółowej analizie modelu rynku pojazdów typu FCEV i kluczowych czynników wpływających na jego funkcjonowanie i rozwój. Rozdział ten rozpoczyna się od analizy porównawczej pojazdów typu FCEV z innymi pojazdami zeroemisyjnym, szczególnie odnosząc się do przykładu pojazdów typu BEV, omawiając i przedstawiając charakterystyczne cechy napędu opartego na wodorowych ogniwach paliwowych. Następnie wyjaśniono założenia modelu rynku pojazdów typu FCEV, co pozwoliło na całościowe przedstawienie jego modelowej struktury. Przeprowadzono krytyczną analizę, przedstawiając bariery dla powstania i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV. Rozdział ten zamyka syntetyczną analizą obejmującą ocenę znaczenia powstania i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV w realizacji normatywnych postulatów ekonomii zrównoważonego rozwoju.

**Trzeci rozdział** poświęcono rynkowi pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia. Rozdział rozpoczyna się od identyfikacji instrumentów zielonej polityki przemysłowej kluczowych dla powstania i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia, analizując zarówno wymiar stanowy, jak i federalny. Aby zapewnić

podstawy dla tej identyfikacji, początkowy podrozdział koncentruje się na historycznym powstaniu i charakterystycznych cechach systemu politycznego i gospodarczego Stanów Zjednoczonych. Następnie rozważania koncentrują się na rozwoju federalnej i stanowej zielonej polityki przemysłowej, analizując podstawowe założenia, cele i instrumenty przyjęte w celu wspierania rozwoju rynku pojazdów typu FCEV na poziomie stanowym. Druga część rozdziału rozpoczyna się od charakterystyki rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia. W podrozdziale tym wyodrębniono poszczególne etapy powstawania i rozwoju tego rynku, a następnie przeprowadzono analizę jego struktury, wyróżniając segmenty lekkich pojazdów osobowych, FCEB i FCET, a także zidentyfikowano główne kategorie interesariuszy rynku. Tym samym trzeci rozdział realizuje trzeci szczegółowy cel badawczy poprzez identyfikację struktury i instrumentów zielonej polityki przemysłowej mających na celu powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia w latach 1990-2022.

**Ostatni rozdział** stanowi ocenę wpływu wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej na powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia, opartą na wynikach badań empirycznych uzyskanych w sondażu diagnostycznym. Na wstępie rozdział poświęcony jest szczegółowemu omówieniu metod i technik ewaluacji wpływu wybranych instrumentów oraz przedstawieniu specyfiki procesu badawczego, począwszy od określenia szczegółowych celów, poprzez zastosowane metody, a skończywszy na kryteriach doboru uczestników i przebiegu badania. Te zasadnicze założenia prowadzą do przedstawienia wyników badań empirycznych. Wyniki te obejmują następujące aspekty: zróżnicowane motywy wdrażania zielonej polityki przemysłowej w celu powstania tego rynku w stanie Kalifornia, subiektywnie postrzeganą efektywność wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej, a także spostrzeżenia sformułowane przez autora, które mogą zostać poddane analizie kontekstowej i posłużyć jako potencjalne obserwacje dla dalszego rozwoju badanego rynku w stanie Kalifornia. Rozdział kończy się syntezą tych wyników empirycznych, oferując normatywne zalecenia dla pozostałych stanów USA i państw, biorąc pod uwagę ich prawdopodobnie odmienne cele polityczne i uwarunkowania rynku pojazdów typu FCEV. Na zakończenie rozprawa doktorska zawiera podsumowanie rozważań teoretycznych i empirycznych, a następnie przegląd ograniczeń wynikających z przeprowadzonych badań oraz zalecenia dotyczące przyszłych kierunków badań. Ostatnią integralną częścią niniejszej rozprawy doktorskiej są załączniki, które obejmują dokumenty bezpośrednio związane z przebiegiem badania empirycznego, w tym formularz świadomej zgody i arkusze służące do kodowania.

#### ***Współpraca międzynarodowa i źródło finansowania badań***

Autor przeprowadził niniejsze badania empiryczne w ramach projektu badawczego pt: *Deployment of the hydrogen and fuel cell technologies in California's energy and transportation sectors: Evidence from the case study research, short-term forecast, and evaluation of California's policies in 2008-2022 – as compared to strategies adopted in the EU, precisely in Poland and Germany*. Departament Stanu USA i Komisja Europejska współfinansowały projekt w ramach Nagrody Fulbrighta-Schumana 2022/2023. Projekt badawczy był realizowany od 1 sierpnia 2022 r. do 1 lutego 2023 r. we współpracy między autorem a prof. Davidem G. Victorem i dr Ryanem Hanną z Uniwersytetu Kalifornijskiego w San Diego. Dalsza ewaluacja wyników

badań i powstanie niniejszej rozprawy doktorskiej były możliwe dzięki nadzorowi promotora i promotora pomocniczego z Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Autor ponosi wyłączną odpowiedzialność za treść niniejszej rozprawy doktorskiej, wyniki badań oraz normatywne postulaty, które nie muszą odzwierciedlać oficjalnych poglądów Programu Fulbrighta, Rządu Stanów Zjednoczonych ani Komisji Europejskiej.

### *Podsumowanie wyników badań*

W rozprawie doktorskiej dokonano systematycznej oceny wpływu wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej na powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV w amerykańskim stanie Kalifornia w latach 1990-2022. Badania dostarczyły obserwacji umożliwiających zrozumienie oddziaływania tych instrumentów na rynek pojazdów typu FCEV z implikacjami dla decydentów stanowych i federalnych, interesariuszy rynku i badaczy. Badanie objęło cztery szczegółowe cele badawcze i odpowiedziało na odpowiadające im szczegółowe pytania badawcze, obejmujące aspekty teoretyczne i empiryczne, co znalazło odzwierciedlenie w czterech kolejnych rozdziałach niniejszej rozprawy doktorskiej.

Rozprawę doktorską rozpoczęło zbudowanie podstaw teoretycznych, łączących założenia zielonej polityki przemysłowej z normatywnymi postulatami ekonomii zrównoważonego rozwoju. **W pierwszym rozdziale** przedstawiono krytyczny przegląd genezy, ewolucji i obszarów problemowych tej teorii ekonomicznej torując drogę do dyskusji na temat wdrażania zielonej polityki przemysłowej opartej o jej normatywne postulaty. Można stwierdzić, że zielona polityka przemysłowa stała się nowym paradygmatem w kształtowaniu polityki przemysłowej. Dlatego też, w kontekście przemian strukturalnych, zielona polityka przemysłowa jest wielowymiarowym podejściem do przeciwdziałania niedoskonałościom rynku, wykraczającym poza tradycyjne rynkowe instrumenty polityki przemysłowej. Porusza się ona w złożonej niepewności i długoterminowych horyzontach czasowych, obejmując instrumenty, takie jak taryfy gwarantowane, systemy handlu emisjami lub zbywalne uprawnienia. Zielona polityka przemysłowa odgrywa kluczową rolę w wspieraniu rozwoju zaawansowanych technologii nisko- i zeroemisyjnych, które przyczyniają się do transformacji energetycznej i, szerzej, dążenia do rozwoju zrównoważonego i trwałego. Jednocześnie ekonomia zrównoważonego rozwoju może zapewnić szczegółowe normatywne postulaty i założenia dla dalszej i operacjonalizacji koncepcji rozwoju zrównoważonego i trwałego w naukach ekonomicznych.

Jednakże stwierdzono rozbieżności pomiędzy badaną teorią a założeniami zielonej polityki przemysłowej. Można stwierdzić, że zielona polityka przemysłowa, choć stanowi istotny przykład polityki sektorowej, nie jest rozwiązaniem dla wszystkich obszarów problemowych zidentyfikowanych w ekonomii zrównoważonego rozwoju. Reprezentuje ona ukierunkowane podejście, wpływając na określone sektory lub branże w sposób horyzontalny lub sektorowy. Niemniej jednak stanowi ona kluczowe podejście do transformacji w kierunku bardziej zrównoważonych środowiskowo procesów przemysłowych. Przykładem tego jest właśnie zastosowanie zielonej polityki przemysłowej w promowaniu pojazdów typu FCEV.

Taka polityka wpisuje się w konstrukcje teoretyczne i przyczynia się do rozwoju gospodarki wodorowej i rynku tych bezemisyjnych pojazdów, co omówiono w kolejnych rozdziałach niniejszej rozprawy doktorskiej.

Następnie przeprowadzono analizę koncepcji gospodarki wodorowej, która otworzyła **rozdział drugi**. Wodór, jako wtórne źródło energii o specyficznych cechach fizycznych i chemicznych, które stwarzają liczne możliwości i zagrożenia, może wkrótce stać się jednym z dominujących nośników energii. Wymaga to jednak kompleksowego łańcucha wartości obejmującego produkcję, transport, magazynowanie i końcowe wykorzystanie wodoru. W tym kontekście wskazano na znaczenie powstania i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV, podkreślając synergię między rozwojem rynku a normatywnymi postulatami ekonomii zrównoważonego rozwoju. Analiza porównawcza między pojazdami typu FCEV a pojazdami typu BEV podkreśliła wyjątkowy potencjał pojazdów typu FCEV, w tym ich większy zasięg, krótszy czas tankowania i wyższa wydajność operacyjna flot, w których te pojazdy są rozmieszczone (w przeciwieństwie do pojazdów typu BEV). Równocześnie, zidentyfikowano główne bariery dla rozwoju rynku pojazdów typu FCEV, które ujęto w koncepcyjny *Trylemat wdrażania pojazdów typu FCEV*. W odpowiedzi na potrzebę przewyższenia barier rozwoju tego rynku, omówiono w kolejnych rozdziałach założenia zielonej polityki przemysłowej w tym obszarze na przykładzie amerykańskiego stanu Kalifornia.

**W trzecim rozdziale** zawarto opis wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej wdrożonych w stanie Kalifornia zarówno na poziomie federalnym, jak i stanowym, z uwzględnieniem federalnego wyłączenia, które zapewniło temu stanowi unikalną niezależność w kształtowaniu standardów emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń z sektora transportu. Przegląd ewolucji podejścia opartego na zielonej polityce przemysłowej w kontekście działań na rzecz powstania i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV zapewnił szczegółowe ramy analityczne dla dalszych badań poprzez identyfikację głównych instrumentów i założeń określonych w latach 1990-2022 (z uwzględnieniem aktów prawnych przyjętych w latach 1967-1990). Autor zidentyfikował również cztery strategiczne cele polityki w tej dziedzinie, które obejmowały zrównoważoną i niskokosztową podaż paliwa wodorowego, rozwój dostępnej i niezawodnej infrastruktury tankowania, a także zwiększenie podaży i popytu na pojazdy typu FCEV. Następnie przedstawiono analizę struktury rynku pojazdów typu FCEV w trzech segmentach rynku – pasażerskim, FCEB i FCET. Podkreślono kluczową rolę wielu producentów, takich jak Toyota, Hyundai, Nikola Motor Company, Hyzon Motors i New Flyer, a także opisano kategorie konsumentów indywidualnych, komercyjnych i instytucjonalnych. Ponadto autor przedstawił postępy w zakresie rozwoju infrastruktury tankowania paliwa wodorowego i zidentyfikował głównych interesariuszy rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia, w tym ośrodki akademickie i badawcze, podmioty odpowiedzialne za podaż paliwa wodorowego i obsługę stacji jego tankowania, organy administracji federalnej i stanowej oraz organizacje i stowarzyszenia branżowe. Przegląd ten dostarczył szczegółowych informacji na temat struktury tego rynku, jego ewolucji i stanu na koniec 2022 r., który został wyznaczony jako koniec badanego okresu.

Zwieńczeniem rozprawy doktorskiej był **rozdział czwarty**, w którym dokonano oceny efektywności i wpływu wybranych instrumentów stanowej zielonej polityki przemysłowej na powstanie i rozwój rynku

pojazdów typu FCEV. Przedstawiono w nim krytyczne spostrzeżenia na temat osiągnięć, niedoskonałości i ewentualnych usprawnień, jednocześnie rozszerzając obserwacje o propozycje dla innych stanów USA i państw, chcących skorzystać z pionierskimi działaniami stanu Kalifornia. Krytyczne spostrzeżenia i propozycje były możliwe dzięki przeprowadzeniu 46 indywidualnych wywiadów strukturyzowanych z wybranymi interesariuszami rynku pojazdów typu FCEV. Po pierwsze, autor zidentyfikował kluczową rolę kalifornijskiego *standardu paliw niskowęglowych (Low Carbon Fuel Standard – LCFS)*, który stanowi przykład mechanizmu zbywalnych uprawnień na emisję CO<sub>2</sub> wprowadzonego w celu stymulowania redukcji emisji z paliw transportowych. Co istotne, mechanizm ten, w opinii rozmówców, skutecznie zwiększył podaż *czystego* wodoru, dzięki oferowaniu dodatkowych uprawnień LCFS w przypadku stacji tankowania (HRI), które oferują dużą pojemność zainstalowanych zbiorników do przechowywania paliwa wodorowego (nawet jeśli nie sprzedają wystarczającej ilości paliwa, aby utrzymać ich działanie na zasadach rynkowych). Po drugie, autor zidentyfikował zasadniczą rolę dotacji na budowę stacji tankowania paliwa wodorowego wraz z szeregiem niezbędnych przepisów i norm bezpieczeństwa oraz użytecznych narzędzi informacyjnych, tj. poradniki dotyczące wydawania pozwoleń, punkty konsultacyjno-doradcze i funkcjonalno-przestrzenne narzędzia analityczne, które mogą służyć jako źródło zaleceń dotyczących ustalania lokalizacji przyszłych stacji w oparciu o istniejące niedobory w obrębie infrastruktury. Na podstawie opinii uczestników autor opracował szczegółowe sugestie dotyczące tego, w jaki sposób polityka mogłaby zostać alternatywnie wdrożona w przeszłości i co należy zrobić w przyszłości, aby poprawić jej efektywność w rozwoju rynku pojazdów typu FCEV. Na tej podstawie autor opracował ogólne spostrzeżenia, które mogą być przydatne dla innych stanów USA i państw rozważających wprowadzenie własnych regulacji na rzecz powstania i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV.

Lp.	Pytania badawcze	Wyniki badań i wnioski
PB 1.	<i>Jaka jest geneza, obszary problemowe i normatywne postulaty ekonomii zrównoważonego rozwoju?</i>	Ekonomia zrównoważonego rozwoju ( <b>EZR</b> ) to rozwinięcie ekonomii ekologicznej i środowiskowej. <b>EZR</b> dostarcza normatywne postulaty korespondujące z trzema obszarami problemowymi koncepcji rozwoju zrównoważonego i trwałego: ekonomicznym, społeczno-kulturowym i środowiskowym.
PB 2.	<i>W jaki sposób można prowadzić politykę przemysłową, biorąc pod uwagę normatywne postulaty ekonomii zrównoważonego rozwoju?</i>	Zielona polityka przemysłowa ( <b>ZPP</b> ) stanowi nowy paradygmat w kształtowaniu polityki przemysłowej. <b>ZPP</b> zapewnia zbiór instrumentów, tj. taryfy gwarantowane i zbywalne uprawnienia na emisję CO <sub>2</sub> . <b>ZPP</b> umożliwia kształtowanie przemian strukturalnych w gospodarce wspierając wdrażanie innowacyjnych rozwiązań takich jak pojazdy typu FCEV i (szerzej) rozwijanie gospodarki wodorowa. <b>ZPP</b> nie jest w pełni holistyczną odpowiedzią na obszary problemowe i normatywne postulaty <b>EZR</b> .
PB 3.	<i>W jaki sposób powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV przyczynia się do rozwoju gospodarki wodorowej?</i>	Powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV przyczynia się do rozwoju gospodarki wodorowej poprzez rozwój kompleksowego łańcucha wartości dla paliwa wodorowego i samych ogniw paliwowych. Pojazdy typu FCEV posiadają szereg wyróżników na tle innych typów pojazdów zeroemisyjnych, w tym: istotnie większy zasięg, krótszy czas tankowania i wyższa wydajność operacyjna (w przypadku flot). Bariery rozwoju rynku pojazdów typu FCEV można ująć jako <i>Trylemat wdrażania pojazdów typu FCEV</i> , który może zostać przezwyciężony poprzez realizację <b>ZPP</b> .
PB 4.	<i>W jaki sposób powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV wpisuje się w normatywne postulaty ekonomii zrównoważonego rozwoju?</i>	Powiązano powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV z normatywnymi postulatami <b>EZR</b> , podkreślając znaczenie rozwoju tego rynku dla rozwiązywania trzech obszarów problemowych.

PB 5.	<p><i>Jakie instrumenty zielonej polityki przemysłowej zostały wdrożone na szczeblu stanowym i federalnym w celu powstania i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia w latach 1990-2022?</i></p>	<p>Zidentyfikowano instrumenty <b>ZPP</b> wdrożone w Kalifornii na szczeblu stanowym i federalnym w latach 1990-2022, koncentrując się na tych, które ukształtowały powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV. Przedstawiono także akty prawne sprzed 1990 r., które położyły podwaliny pod przyszłą <b>ZPP</b> w tym stanie.</p>
PB 6.	<p><i>Jak zmieniła się struktura rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia w latach 1990-2022?</i></p>	<p>Scharakteryzowano zmiany kalifornijskiego rynku pojazdów typu FCEV w latach 1990-2022, opisując wzrost w trzech segmentach rynku (pasażerskich FCEV, FCEB - autobusy, FCET – pojazdy ciężarowe).</p>
PB 7.	<p><i>Jacy interesariusze przyczynili się do powstania i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia w latach 1990-2022?</i></p>	<p>Zidentyfikowano głównych interesariuszy rozwoju kalifornijskiego rynku pojazdów typu FCEV w latach 1990-2022 i skatalogowano ich w ramach sześciu kategorii.</p>
PB 8.	<p><i>Dlaczego stan Kalifornia wspierał powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV, pomimo iż inne pojazdy bezemisyjne (ZEV), takie jak BEV, odnotowały większą liczbę nowych użytkowników?</i></p>	<p>Ustalono, że Kalifornia wspierała powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV w oparciu o argumenty polityczne, społeczno-ekonomiczne i technologiczne, zidentyfikowane przez 46 uczestników badania. Argumenty te obejmowały: względy środowiskowe, podejście neutralne technologicznie, wyróżniki pojazdów typu FCEV oraz brak jednoznacznie uniwersalnego typu pojazdu zeroemisyjnego godzącego oczekiwania wszystkich użytkowników.</p>
PB 9.	<p><i>Które wybrane instrumenty zielonej polityki przemysłowej były najbardziej efektywne w powstaniu i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia w latach 1990-2022?</i></p>	<p>Najbardziej efektywnymi instrumentami okazały się: mechanizm zbywalnych uprawnień w ramach kalifornijskiego standardu paliw niskowęglowych (LCFS); dotacje na budowę stacji tankowania wodoru; oraz regulacje prawne w obszarze podaży wodoru i samych pojazdów typu FCEV, które łącznie zwiększyły podaż <i>czystego</i> wodoru, rozwój infrastruktury oraz podaż i popyt na pojazdy typu FCEV. Jednak subiektywna efektywność badanych instrumentów <b>ZPP</b> różni się w zależności od grupy interesariuszy.</p>
PB 10.	<p><i>Patrząc w przeszłość na proces powstawania i wdrażania wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej, jakie alternatywne działania można było podjąć, aby przyspieszyć powstanie i rozwój rynku pojazdów typu FCEV w Kalifornii?</i></p>	<p>Korzystając z <i>podejścia retrospektywnego</i>, zasugerowano szereg alternatywnych działań w ramach <b>ZPP</b>, w tym: wcześniejsze wdrożenie mechanizmu zbywalnych uprawnień w ramach kalifornijskiego standardu paliw niskowęglowych (LCFS) i systemu ich przyznawania za dostępność infrastruktury (HRI); dofinansowywanie rozwoju infrastruktury przed udzieleniem dopłat do zakupu pojazdów typu FCEV; wprowadzenie narzędzi tj. przewodniki po wydawaniu pozwoleń i analizy funkcjonalno-przestrzenne dla lokalizacji stacji; oraz skoordynowane grupowe zamówienia pojazdów typu FCEV dla publicznych przedsiębiorstw komunikacyjnych i portów.</p>
PB 11.	<p><i>Czy w przyszłości należałoby wprowadzić ewentualne modyfikacje w założeniach, celach i konstrukcji wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej wdrażanych w stanie Kalifornia w celu dalszego rozwoju rynku pojazdów typu FCEV?</i></p>	<p>Korzystając z <i>podejścia prospektywnego</i>, zalecono ulepszenia założeń <b>ZPP</b>, w tym: wprowadzenie równowagi między wsparciem dla pojazdów typu FCEV i BEV; większą liczbę i strategiczne rozmieszczenie stacji tankowania paliwa wodorowego, zwłaszcza dla FCEB i FCET; oraz zwiększone zwolnienie z dopuszczalnej masy całkowitej pojazdu typu ZEV do 3000 funtów. Sugerowane reformy dotyczą wzmocnienia efektu synergii między segmentami rynku pojazdów typu FCEV i zbadania nowych możliwości, takich jak utworzenie hubu wodorowego ARCHES i federalnych instrumentów wprowadzonych przez IRA do produkcji wodoru, takich jak ulgi podatkowe na produkcję.</p>
PB 12.	<p><i>Czego mniej zasobne państwa mogą się nauczyć z doświadczeń stanu Kalifornia w zakresie powstania i rozwoju rynku pojazdów typu FCEV?</i></p>	<p>Chcąc uwzględnić doświadczenia stanu Kalifornia w rozwoju rynku pojazdów FCEV, mniej zasobne stany USA i państwa powinny: demonstrować podejście neutralne technologicznie z ambitnymi celami w długim okresie; wspierać synergię pomiędzy poszczególnymi segmentami rynku FCEV; rozwijać niezawodne i dostępne stacje tankowania (o dużej pojemności zbiorników paliwa wodorowego); unikać <i>doliny śmierci</i> deklarując długookresowe wspieranie rozwoju rynku pojazdów typu FCEV; wspierać <i>skalowalność</i> FCEV (np. w publicznych przedsiębiorstwach przewozowych i flotach pojazdów ciężarowych); wdrażać <b>ZPP</b> opartą o zbywalne uprawnia, dotacje i wymogi dotyczące przetargów publicznych; oraz ustanowić samodzielne, regionalne łańcuchy wartości gospodarki wodorowej (<i>doliny/huby/klastry</i>).</p>

Tabela 1. Podsumowanie wyników badań w odniesieniu pytań badawczych (PB). Źródło: Opracowanie własne.

### *Znaczenie prowadzonych badań*

Wyniki rozprawy doktorskiej pociągają za sobą szereg **implikacji teoretycznych, empirycznych i metodologicznych**. Rozprawa doktorska pociąga za sobą **implikacje teoretyczne**, ponieważ powiększa teoretyczne pojmowanie zielonej polityki przemysłowej jako nowego paradygmatu w kształtowaniu polityki przemysłowej powiązanego z ekonomią zrównoważonego rozwoju. Rozważania autora koncentrowały się na tej teorii ekonomicznej, ponieważ wymaga ona dalszej operacjonalizacji koncepcji rozwoju zrównoważonego i trwałego, aby zapewnić pogłębione podstawy teoretyczne i normatywne postulaty w tym obszarze. Przedstawiona rozprawa doktorska przyczynia się do dalszej operacjonalizacji tej koncepcji, w szczególności w kontekście przyjęcia podejścia zielonej polityki przemysłowej dla spełnienia normatywnych postulatów ekonomii zrównoważonego rozwoju. Badanie podkreśla również wielowymiarowy charakter zielonej polityki przemysłowej, zaznaczając jej rolę w rozwoju i wdrażaniu innowacyjnych technologii nisko- i zeroemisyjnych, przyczyniając się tym samym do teoretycznego zrozumienia procesu transformacji energetycznej. Ponadto autor dokonał konceptualizacji **Trylematu wdrożenia pojazdów typu FCEV**, który może być przedmiotem dalszej refleksji i badań jako model teoretyczny i analityczny dla badań dotyczących barier rozwoju rynku pojazdów typu FCEV i instrumentów mających na celu ich przewyciężenie.

Rozprawa doktorska może również stanowić źródło **implikacji empirycznych**. Rozprawa doktorska bada koncepcję gospodarki wodorowej w odniesieniu do rozwoju rynku pojazdów typu FCEV na przykładzie konkretnego amerykańskiego stanu – Kalifornii. Rozprawa przedstawia tym samym analizę wybranych instrumentów zielonej polityki przemysłowej w stanie Kalifornia, prezentując empiryczne dowody ich zróżnicowanej efektywności i wpływu. Rozprawa dokumentuje również ewolucję struktury rynku pojazdów typu FCEV i powiązanych polityk w latach 1990-2022. Zróżnicowana efektywność i wpływ instrumentów zielonej polityki przemysłowej w stanie Kalifornia podkreśla potrzebę zniuansowanego i wrażliwego na uwarunkowania podejścia do tworzenia polityki, zwłaszcza biorąc pod uwagę neutralne technologicznie podejście w tym obszarze (choć zawężone do wyłącznie dwóch rozwiązań – BEV i FCEV). Przyszłe dostosowania w obszarze zielonej polityki przemysłowej w tym stanie powinny uwzględniać pojawiające się trendy rynkowe i postęp technologiczny, zwłaszcza w kontekście FCEB i FCET. Ponadto, rozwój rynku pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia ilustruje praktyczne zastosowanie podejścia opartego na zielonej polityce przemysłowej w sektorze transportu i może mieć zastosowanie w innych stanach USA i państwach. Doświadczenia Kalifornii stanowią wartościowy model dla innych stanów USA lub państw dążących do rozwoju rynków pojazdów typu FCEV, ponieważ obserwacje z tego stanu mogą pomóc w opracowaniu skutecznych założeń zielonych polityk przemysłowych, biorąc pod uwagę unikalne uwarunkowania i cele prowadzonej polityki.

Rozprawa może być również źródłem **implikacji metodologicznych**. W rozprawie zastosowano bowiem metody ilościowe i jakościowe do ewaluacji instrumentów zielonej polityki przemysłowej, oferując założenia metodologiczne dla podobnych badań. Autor wykorzystał indywidualne wywiady strukturyzowane z interesariuszami rynku pojazdów typu FCEV połączone z kwestionariuszem ankiety. Podsumowując, autor



jest przekonany, że implikacje te mogą stanowić podstawę dla przyszłych badań i rozwoju polityki, biorąc pod uwagę normatywne postulaty ekonomii zrównoważonego rozwoju i utrzymując podejście zielonej polityki przemysłowej, zwłaszcza w kształtowaniu rynku pojazdów typu FCEV w Kalifornii i poza nią.

### ***Ograniczenia badania***

Podczas gdy przeprowadzone badania wniosły wspomniany wkład, warto podkreślić nieuniknione ograniczenia. Po pierwsze, zakres przedmiotowy badania jest zawężony do zielonej polityki przemysłowej w kontekście rynku pojazdów typu FCEV, co ogranicza jego zastosowanie do innych sektorów i obszarów problemowych związanych z koncepcją rozwoju zrównoważonego i trwałego. Poza tym, ekonomia zrównoważonego rozwoju jest relatywnie nową teorią ekonomiczną, która nie ma międzynarodowego zasięgu i wymaga dalszej konceptualizacji i operacjonalizacji w oparciu o proponowane normatywne postulaty. Dodatkowo, badanie ujawniło rozbieżność między teoretycznymi konstrukcjami a przykładami praktycznych zastosowań zielonej polityki przemysłowej, potencjalnie wpływając na możliwość jej zastosowania w świecie rzeczywistym. Przestrzennie, badania dotyczą wyłącznie amerykańskiego stanu Kalifornia, co może nie oddawać różnorodności uwarunkowań występujących w innych stanach USA lub państwach. Pod względem czasowym badania ograniczają się do zmian od 1990 r. do końca 2022 r., pomijając późniejszy postęp spowodowany np. utworzeniem hubu wodorowego ARCHES lub wdrożeniem ulgi podatkowej na produkcję wodoru w ramach IRA. Złożoność rynku pojazdów typu FCEV i gospodarki wodorowej mogła nie zostać w pełni uchwycona, co może prowadzić do nadmiernych uproszczeń, zwłaszcza biorąc pod uwagę unikalne cechy wodoru jako nośnika energii i stosunkowo niski poziom gotowości technologicznej powiązanych z nim rozwiązań. Poleganie na 46 wywiadach z wybranymi interesariuszami rynku może wprowadzać uprzedzenia, ograniczając zakres perspektyw, mimo iż struktura uczestników badania została celowo zróżnicowana, aby wzbogacić ostateczne wyniki. Nacisk na ocenę efektywności polityki mógł spowodować przeoczenie innych czynników, takie jak oddziaływanie mechanizmu rynkowego na innych rynkach dóbr komplementarnych i substytucyjnych, efekt zwrotny wynikający z paradoksu Jevonsa, negatywnych konsekwencji zazielenienia polityki przemysłowej, zawodności rządów, czy globalnych trendów gospodarczych lub postępu technologicznego. Wreszcie, zastosowane metody badawcze i źródła danych, zwłaszcza w analizie wpływu i efektywności polityki, mają nieodłączne ograniczenia, które mogą mieć wpływ na wnioski z badania. Niemniej jednak autor uważa, że przedstawione wyniki mają istotne implikacje warte dalszej prezentacji i kontynuacji w ramach przyszłych planowanych badań.

### ***Zalecenia dotyczące przyszłych badań***

Autor postuluje, aby przyszłe badania zostały rozszerzone w zakresie przestrzennym w celu porównania i zestawienia efektywności i wpływu zielonej polityki przemysłowej w różnych stanach USA lub państwach. Należałoby również zbadać możliwość przeniesienia kalifornijskiego modelu zielonej polityki przemysłowej do innych kontekstów społeczno-gospodarczych w państwach takich jak Polska. Ponadto istnieje możliwość przeprowadzenia w przyszłości długoterminowych badań w celu oceny trwałego wpływu zielonej polityki przemysłowej na dynamikę rynku pojazdów typu FCEV lub powtórzenia tych badań po pewnym czasie, tj.

w 2035 roku (kiedy stan Kalifornia planuje ograniczyć rejestracje nowych pojazdów typu ICEV i zezwolić tylko na pojazdy zeroemisyjne w segmencie lekkich samochodów osobowych). Badanie zmieniających się preferencji konsumentów i postępu technologicznego na rynku pojazdów typu FCEV może być niezwykle przydatne w kontekście wpływu zielonej polityki przemysłowej. Ponadto, analiza porównawcza pomiędzy różnymi branżami może być warta uwagi przy badaniu współzależności pomiędzy rynkiem pojazdów typu FCEV a innymi branżami, takimi jak branża energii odnawialnej i infrastruktury. Takie podejście mogłoby pozwolić na ocenę szerszego wpływu rozwoju rynku pojazdów typu FCEV na zmiany strukturalne w powiązanych branżach.

### **Podsumowanie**

Podsumowując, niniejsza rozprawa dostarcza szczegółowego opisu wpływu zielonej polityki przemysłowej na rynek pojazdów typu FCEV w stanie Kalifornia w latach 1990-2022. Łącząc teoretyczne założenia ekonomii zrównoważonego rozwoju ze spostrzeżeniami empirycznymi, nie tylko wnosi ona wkład w dyskurs akademicki, ale także oferuje praktyczne obserwacje dla decydentów, interesariuszy rynku w stanie Kalifornia i poza nią. Ponieważ dążenie do rozwoju zrównoważonego i trwałego postępuje, obserwacje i opracowane wnioski wyciągnięte z doświadczeń stanu Kalifornia mogą wskazać modelowe założenia zielonej polityki przemysłowej dla innych stanów USA i państw, prowadząc do zwiększenia znaczenia pojazdów typu FCEV w sektorze transportu.

### **Bibliografia**

- Allan, B., Lewis, J. I., & Oatley, T. (2021). Green Industrial Policy and the Global Transformation of Climate Politics. *Global Environmental Politics*, 21(4), 1–19. [https://doi.org/10.1162/glep\\_a\\_00640](https://doi.org/10.1162/glep_a_00640)
- Ambroziak, A. A. (2017). Review of the Literature on the Theory of Industrial Policy. [w:] A. A. Ambroziak (Red.), *The New Industrial Policy of the European Union* (s. 3–38). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-39070-3>
- Bae, Y., Mitra, S. K., Rindt, C. R., & Ritchie, S. G. (2022). Factors influencing alternative fuel adoption decisions in heavy-duty vehicle fleets. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 102, 103150. <https://doi.org/10.1016/J.TRD.2021.103150>
- Brown, T., Stephens-Romero, S., & Scott Samuelsen, G. (2012). Quantitative analysis of a successful public hydrogen station. *International Journal of Hydrogen Energy*, 37(17), 12731–12740. <https://doi.org/10.1016/J.IJHYDENE.2012.06.008>
- Czaja, S. (2012). Problemy badawcze oraz wyzwania rozwojowe ekonomii środowiska i zasobów naturalnych. *Ekonomia I Środowisko*, 3(43), 28–50.
- Department ds. Energii USA (2023). *U.S. Department of Energy Clean Hydrogen Production Standard (CHPS) Guidance*. [https://www.hydrogen.energy.gov/docs/hydrogenprogramlibraries/pdfs/clean-hydrogen-production-standard-guidance.pdf?sfvrsn=173e9756\\_1](https://www.hydrogen.energy.gov/docs/hydrogenprogramlibraries/pdfs/clean-hydrogen-production-standard-guidance.pdf?sfvrsn=173e9756_1)
- Department ds. Energii USA. (2023). *National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap*. <https://www.hydrogen.energy.gov/library/roadmaps-vision/clean-hydrogen-strategy-roadmap>
- Komisja Europejska. (2019). *Europejski Zielony Ład*. Druk nr COM/2019/640.
- Komisja Europejska. (2020). *Strategia w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu*. Druk nr COM/2020/301.
- Forrest, K., Mac Kinnon, M., Tarroja, B., & Samuelsen, S. (2020). Estimating the technical feasibility of fuel cell and battery electric vehicles for the medium and heavy duty sectors in California. *Applied Energy*, 276, 115439. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2020.115439>
- Hallegatte, S., Fay, M., & Vogt-Schilb, A. (2013). Green Industrial Policies: When and How. *The World Bank Policy Research Working Papers*, 6677. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-6677>
- Hydrogen Council. (2021). *Policy Review Policy Toolbox for Low Carbon and Renewable Hydrogen. Enabling low carbon and renewable hydrogen globally*. [https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/11/Hydrogen-Council\\_Policy-Toolbox.pdf](https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/11/Hydrogen-Council_Policy-Toolbox.pdf)
- IEA. (2023). Global EV Outlook 2023. [w:] *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 118, 103693. <https://doi.org/10.1016/J.TRD.2023.103693>
- IRENA. (2020). Green hydrogen: A guide to policymaking. W *39th World Energy Engineering Conference, WEEC 2016* (t. 2). [https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Nov/IRENA\\_Green\\_hydrogen\\_policy\\_2020.pdf](https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Nov/IRENA_Green_hydrogen_policy_2020.pdf)

- Karp, L. S., & Stevenson, M. T. (2012). Green Industrial Policy: Trade and Theory. *The World Bank Policy Research Working Paper*, 6238. <http://documents.worldbank.org/curated/en/811751468027560822/Green-industrial-policy-trade-and-theory>
- Kielczewski, D. (2012). Koncepcja ekonomii zrównoważonego rozwoju. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 245, 170–178. <https://www.dbc.wroc.pl/publication/34210>
- Li, K., Acha, S., Sunny, N., & Shah, N. (2022). Strategic transport fleet analysis of heavy goods vehicle technology for net-zero targets. *Energy Policy*, 168, 112988. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2022.112988>
- Lopez Jaramillo, O., Stotts, R., Kelley, S., & Kuby, M. (2019). Content Analysis of Interviews with Hydrogen Fuel Cell Vehicle Drivers in Los Angeles. *Transportation Research Record*, 2673(9), 377-388. <https://doi.org/10.1177/0361198119845355>
- Lorek, E. (2011). Ekonomia zrównoważonego rozwoju w badaniach polskich i niemieckich. [w:] Swadźba S. (red.), *Transformacja gospodarki - poziom krajowy i międzynarodowy. Zeszyty Naukowe Wydziałowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach. Studia Ekonomiczne* 90 (1), 103–112. [https://www.ue.katowice.pl/fileadmin/migrated/content/uploads/SE\\_090.pdf](https://www.ue.katowice.pl/fileadmin/migrated/content/uploads/SE_090.pdf)
- Midor, K. (2012). Ekonomia zrównoważonego rozwoju alternatywa dla współczesnej gospodarki światowej. *Systems Supporting Production Engineering*, 2(2), 56–68. [http://www.dydaktyka.polsl.pl/roz5/konfer/wyd/2012/2/R\\_6.pdf](http://www.dydaktyka.polsl.pl/roz5/konfer/wyd/2012/2/R_6.pdf)
- Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej. (2023). *Rozporządzenie ws. rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych*. Druk nr COM/2021/559
- Polskie Ministerstwo Klimatu i Środowiska. (2021). *Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do 2040 r.* <https://www.gov.pl/web/klimat/polska-strategia-wodorowa-do-roku-2030>
- Poskrobko, B. (2012). Metodyczne aspekty ekonomii zrównoważonego rozwoju. *Ekonomia i Środowisko*, 3, 10–27. <https://bazekon.uek.krakow.pl/en/rekord/171304219>
- Saritas, O., Meissner, D., & Sokolov, A. (2019). A Transition Management Roadmap for Fuel Cell Electric Vehicles (FCEVs). *Journal of the Knowledge Economy*, 10(3), 1183–1203. <https://doi.org/10.1007/s13132-018-0523-3>
- Schoenung, S. M., & Keller, J. O. (2017). Commercial potential for renewable hydrogen in California. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(19), 13321–13328. <https://doi.org/10.1016/J.IJHYDENE.2017.01.005>
- Sharifi, A., Feng, C., Yang, J., Cheng, W., & Lee, S. (2022). How Green Are the National Hydrogen Strategies? *Sustainability*, 14(3), 1930. <https://doi.org/10.3390/SU14031930>
- Tagliapietra, S., & Veugelers, R. (2020). *A Green Industrial Policy for Europe* (S. Gardner, Red.). Bruegel Blueprint Series.
- Trencher, G. (2020). Strategies to accelerate the production and diffusion of fuel cell electric vehicles: Experiences from California. *Energy Reports*, 6, 2503–2519. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.09.008>
- Turoń, K. (2020). Hydrogen-powered vehicles in urban transport systems – current state and development. *Transportation Research Procedia*, 45, 835–841. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.086>
- WEC. (2021). *Working Paper on National Hydrogen Strategies*. [https://www.worldenergy.org/assets/downloads/Working\\_Paper\\_-\\_National\\_Hydrogen\\_Strategies\\_-\\_September\\_2021.pdf](https://www.worldenergy.org/assets/downloads/Working_Paper_-_National_Hydrogen_Strategies_-_September_2021.pdf)